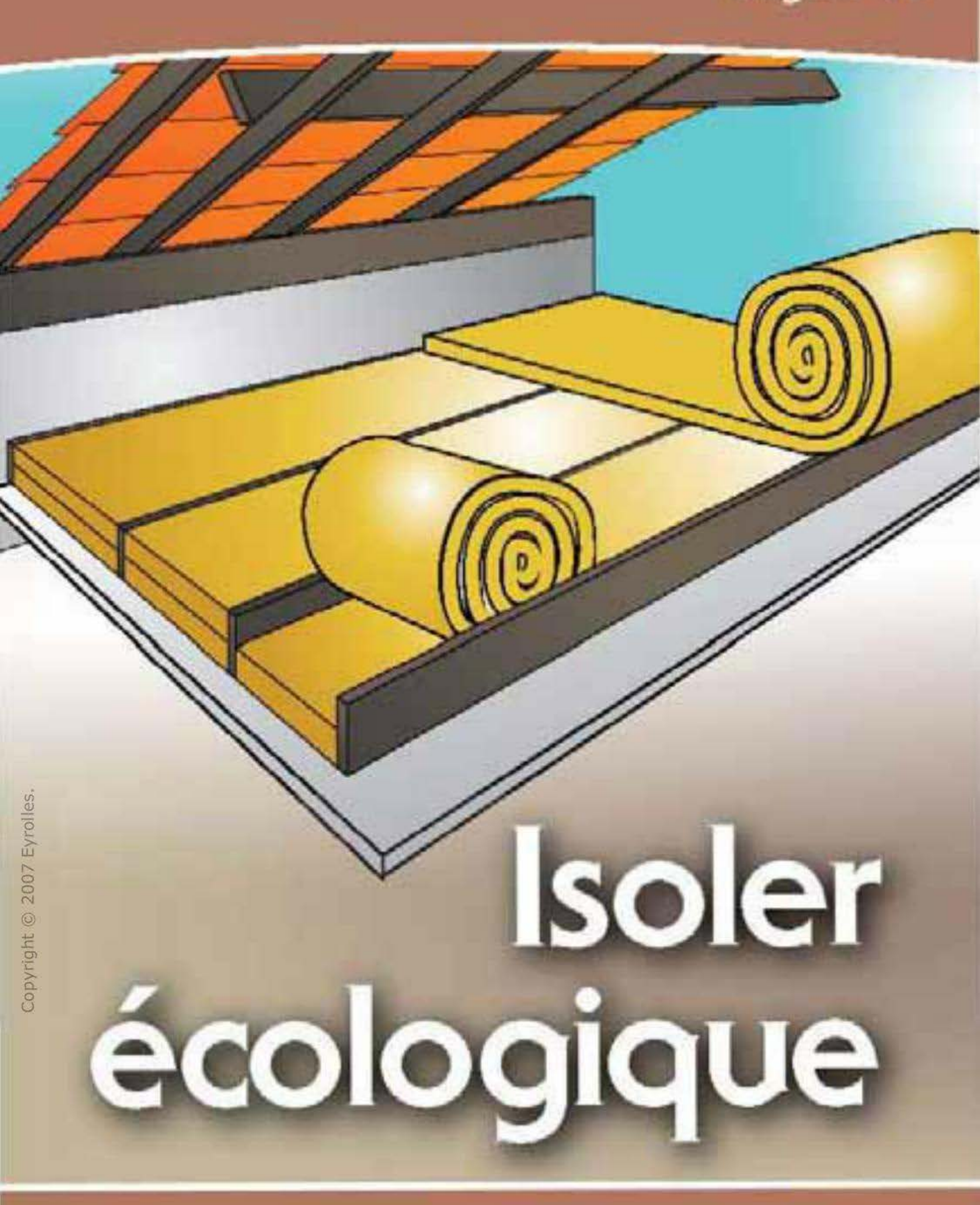
Brigitte Vu



Isoler écologique

EYROLLES

Dans la même collection

Brigitte Vu. - *Récupérer les eaux de pluie*,
G11984, 2006.

Bruno Béranger. - *Les pompes à chaleur 2e édition*,
G12266, 2008.

Brigitte Vu. - *L'habitat écologique et les aides de l'État*,
G12054, 2006.

Brigitte Vu. - *La maison à énergie zéro*,
G12089, 2007.

Paul de Haut. - *25 moyens d'économiser son argent et notre environnement*,
G12053, 2007.

Brigitte Vu. - *Choisir une énergie renouvelable adaptée à sa maison*,
G12142, 2007.

Paul de Haut. - *Chauffage, isolation et ventilation écologiques*,
G12105, 2007.

Emmanuel Riolet. - *Le mini-éolien*,
G12143, 2007.

Brigitte Vu. - *5 diagnostics immobiliers obligatoires*,
G12181, 2007.

Pascal Farcy. - *Le compost,*
G12220, 2007.

Bruno Herzog. - *Le puits canadien*,
G12141, 2008.

Emmanuel Riolet. - *Le solaire pour le particulier*,
G12221, à paraître.

Isoler Écologique

Brigitte Vu





Merci à Françoise Donze, décoratrice d'intérieur spécialisée en HQE, pour l'illustration de cet ouvrage (fanfand@free.fr).

Merci également au responsable du site www.iso-techna.fr, M. Belet (www.belet-isolation.com), pour m'avoir permis de publier des photos.


Sommaire



La situation actuelle

La France a signé les accords de Kyoto et cette signature l'engage à diviser par quatre ses émissions de gaz à effet de serre d'ici 2050 et à revenir au taux de 1990 en 2010.

Force est de reconnaître qu'en France le secteur du bâtiment est à l'origine de 46 % de la consommation d'énergie fossile et de 25 % des rejets de CO_2 dans l'atmosphère. Ce secteur contribue donc grandement aux émissions de gaz à effet de serre dans l'atmosphère. L'efficacité énergétique des bâtiments a certes progressé ces dernières années, mais beaucoup reste à faire si nous voulons atteindre cet objectif. Il nous faudra par exemple, envisager de rénover les anciens bâtiments (près de 450 000 par an d'ici 2050) pour y parvenir.

La France compte environ 30,2 millions de logements, 19,1 millions ont été construits avant 1975, ce qui représente 63 % du parc existant. Les logements construits avant 1975 sont relativement peu voire pas du tout isolés, ce qui signifie que les bâtiments ont de fortes déperditions thermiques et de fait consomment beaucoup plus d'énergie. De plus, ceux-ci sont chauffés grâce à des énergies fossiles, donc fortement pourvoyeurs de gaz à effet de serre responsable en partie des changements climatiques.

Cela signifie que le potentiel en matière d'économies d'énergies est très important dans ce secteur, si des efforts d'isolation des bâtiments sont effectués. De plus, l'investissement des proprié-taires en travaux de maîtrise de l'énergie reste stable sur 2005 et

2006 (seuls 12 % des ménages effectuent des travaux de maîtrise de l'énergie pour un montant de 25 €/m^2). Il est donc important d'encourager encore davantage les propriétaires en ce sens si l'on veut multiplier par deux ou trois ce type d'investissement et diviser par quatre nos émissions de gaz à effet de serre d'ici 2050.

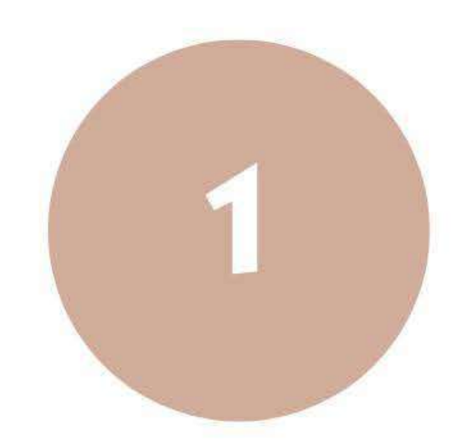
S'il n'y avait qu'un chiffre à retenir pour fixer les choses : chaque année, chaque citoyen européen donc français gaspille **600 €** en facture de chauffage supplémentaire et **émet une tonne de CO_2**, parce que les pouvoirs publics n'obligent pas les responsables de la rénovation à utiliser des technologies faiblement consommatrices d'énergie comme une isolation renforcée ou encore des énergies renouvelables en lieu et place des sacro-saintes énergies fossiles.

Une maison passive permet d'économiser jusqu'à 90 % de l'énergie nécessaire au chauffage d'un bâtiment.

Un bâtiment (ou une maison) bien isolé est avant tout un lieu confortable dans lequel on ne souffre pas de la chaleur en été et du froid en hiver, un lieu confortable ou l'on se sent bien. C'est aussi un lieu sain dépourvu d'un excès d'humidité source de maladies respiratoires ou encore d'allergies.

Un habitat bien isolé est aussi un bâtiment qui vieillit bien dans le temps, où la maintenance est moins importante et qui contribue à la protection de l'environnement. En effet, un bâtiment bien isolé consomme par définition moins d'énergie donc émet moins de gaz à effet de serre.

Une maison saine est donc une construction étanche à l'air et bien ventilée.



L'isolation thermique

L'isolation est devenue une priorité pour tous les professionnels de la construction. En effet, une habitation bien isolée équipée d'une ventilation efficace évite tout risque d'humidité souvent responsable de dégradations prématurées des peintures, papiers… permet une diminution des consommations énergétiques et surtout un meilleur confort à ses occupants en été comme en hiver.



Fig 1.1 – Déperditions d'une maison non isolée

Si votre maison n'est pas bien isolée les principales déperditions seront le toit, les mûrs, les sols, les fenêtres.

Quels sont les signes d'une mauvaise isolation ?

En hiver



Type de chauffage	Zone climatique	Logement cap. max. (KWh/m^2)
Combustibles fossiles	H1	130
	H2	110
	H3	80
Chauffage électrique	H4	250
	H2	190
	H3	130

Fig 1.2 – Zones climatiques déterminées pour la RT 2005

Votre consommation de chauffage plus votre eau chaude sanitaire, mesurée en kWh/m^2/an d'énergie primaire, ne doit pas excéder :

- Chauffage à combustible fossile :
  - Cmax= 130 kWhep[1]/m^2/an en zone H1
  - Cmax= 110 kWhep/m^2/an en zone H2
  - Cmax= 80 kWhep/m^2/an en zone H3
- Chauffage électrique :
  - Cmax= 250 kWhep/m^2/an en zone H1
  - Cmax= 190 kWhep/m^2/an en zone H2
  - Cmax= 130 kWhep/m^2/an en zone H3

Les signes d'une mauvaise isolation sont la froideur des murs au toucher, une répartition non homogène de la chaleur dans la maison et l'apparition de traces de moisissure sur les mûrs intérieurs.

En été

Une mauvaise isolation se traduit par une augmentation de la température de l'air intérieur au cours de la journée. Le climatiseur est peu efficace et les consommations de celui-ci sont importantes.

Des traces de moisissures apparaissent au sous-sol.

Comment se rend-on compte qu'un système d'isolation est efficace ?

Un système d'isolation est efficace lorsque les variations de température à l'intérieur de votre habitation ne sont pas impor-

1. Kwep : kilowatts d'énergie primaire

tantes et surtout lorsqu'elles ne sont pas fonction de la température extérieure. Pour se faire, la mise en place de l'isolant est très importante pour en garantir l'efficacité. Le fait de comprimer l'isolant, de laisser des espaces autour de celui-ci ou de permettre le passage de l'air réduit la valeur isolante réelle du matériau.

D'autre part, votre habitation ne doit pas avoir de traces d'humidité.

Veillez à éviter les ponts thermiques, ce sont des parties de mur, de toit ou tout autre chose qui ne sont pas protégés par un isolant et qui permettent à la chaleur de s'échapper en hiver et de pénétrer en été. Les éléments structuraux des murs créent souvent des ponts thermiques.

Mettez toujours un pare-vapeur, c'est en général une membrane en polyéthylène qui empêche à l'humidité de passer des espaces intérieurs chauds vers l'enveloppe du bâtiment plus froide où elle pourrait condenser et générer de l'humidité source de moisissure et dégradations par la suite.

Le pare-vapeur

Son rôle

Dans tout bâtiment, la pression de vapeur à l'intérieur d'une construction est toujours supérieure à celle de l'extérieur. Celle-ci peut être due à l'activité humaine, mais aussi aux pièces d'eau comme la cuisine ou la salle de bains. Certaines isolations comme les laines minérales laissent la vapeur transiter et lorsque cette vapeur va rencontrer une paroi froide comme la sous-toiture, l'eau va se condenser et au cours du temps, détériorer l'isolant et même plus. Le rôle du pare-vapeur est donc d'empêcher le passage de la vapeur. Vous le placerez à l'intérieur par rapport à l'isolant. Celui-ci couvrira toute la surface de la toiture y compris les parties verticales : il doit être continu,

c'est-à-dire que les éléments de pare-vapeur doivent être jointés avec un adhésif spécifique de la même qualité que le pare-vapeur ; il ne faut pas le perforer lors de la mise en œuvre, soigner les raccords entre la maçonnerie, les châssis et la charpente.

Le classement

Le classement des pare-vapeur est fonction de leur perméabilité à la vapeur d'eau, celle-ci est donnée par la constante µd (m), plus cette valeur est grande, plus le matériau est imperméable à la vapeur d'eau. Moins la perméabilité est élevée, plus le pare-vapeur est efficace.

- Classe 1 (E1) : 2m < µd < 5m
- Classe 2 (E2) : 5m < µd < 25m
- Classe 3 (E3) : 25m < µd < 200m
- Classe 4 (E4) : 200m < µd

Les matériaux suivants font d'excellents pare-vapeur :

- le polyéthylène ;
- les feuilles d'aluminium ;
- certains types de peinture ;
- certains types d'isolants de diverses épaisseurs ;
- le papier peint en vinyle ;
- le contre-plaqué pour l'extérieur.

Faut-il choisir un pare-vapeur ou un freine-vapeur ?

Le pare-vapeur n'est pas toujours indispensable excepté dans les pièces à forte teneur en humidité telles que la salle de bains ou la cuisine.

La mise en place d'un pare-vapeur est souvent sous-estimée en rénovation, dans la mesure où l'on est pas à l'abri d'un clou qui

viendrait percer celui-ci, l'obligation de passage de tuyaux, certaines jonctions imparfaites avec les parois existantes. Tous ces éléments contribueraient à laisser passer l'air intérieur chaud et humide et la condensation de l'eau entre la finition intérieure et le pare-vapeur avec impossibilité de s'échapper d'où risque de détérioration dans le temps. C'est la raison pour laquelle, certains artisans vous proposeront un freine-vapeur en rénovation uniquement. L'avantage principal de ce matériau est de permettre le passage de la vapeur d'eau par diffusion au niveau des parois et de favoriser son évacuation hors de ces mêmes parois. On placera le freine-vapeur côté intérieur et une sous-toiture perméable à la vapeur d'eau à l'extérieur. La valeur idéale de la constante µd pour un freine-vapeur est un peu supérieure à 2 m donc de classe E1. De plus, il est extrêmement important de choisir les isolants que vous mettrez en place en fonction de votre choix. En effet, les isolants hygroscopiques, tels que la cellulose[1], garderont leur efficacité thermique ainsi que leur place tandis que les isolants non hygroscopiques, comme les laines minérale,s en particulier la laine de verre, s'alourdiront, se tasseront et perdront de fait de leur efficacité.

En cas de doute, prenez l'avis d'un spécialiste de l'isolation.

Faut-il isoler par l'intérieur ou l'extérieur ?

Cette question se pose si vous voulez isoler un bâtiment existant. S'il s'agit d'un bâtiment neuf, on choisira des matériaux auto-isolant type brique monomur, thermopierre ou encore ossature bois ou complexe isolant-béton-isolant.

1. Ses performances sont altérées avec l'humidité mais moins que les isolants non hygroscopiques.

L'isolation extérieure

Elle consiste à fixer sur les murs existants des panneaux isolants, ou du polystyrène, Néopor®. Ceux-ci seront ensuite recouverts d'un décor bardage bois, crépi ou autre finition. On privilégiera l'isolation par l'extérieur pour les murs exposés au nord, voire à l'est ou l'ouest et pour les murs ne possédant pas d'huisseries, car la mise en œuvre sera plus aisée. En présence de fenêtres et de portes, les risques de ponts thermiques sont accrus.

L'isolation intérieure

Il s'agit de placer un isolant sur les murs intérieurs, soit en ajoutant une isolation par doublage si vos murs sont réguliers et sains (absence de présence d'humidité). Ce peuvent être des panneaux composites thermoacoustiques type panneau composé d'une plaque de plâtre cartonnée et d'une plaque de polystyrène, PSE, plaque de laine de roche ou de verre. Ces plaques sont collées au mur par des plots de mortier adhésif (environ 24 plots par plaque).

Si vos murs sont irréguliers, deux possibilités s'offrent à vous, l'ossature bois ou métallique et la contre-cloison.

L'ossature permet de rattraper en grande partie cette irrégularité. Vous placerez l'isolant entre deux ossatures.

La contre-cloison permet de mettre des charges lourdes, des panneaux d'isolant sont collés sur le murs et doublés par une contre-cloison en briques, carreaux de plâtre ou encore béton cellulaire.

L'isolation intérieure est déconseillée, car elle peut engendrer des problèmes de condensation, sauf si les systèmes mis en œuvre suivent les DTU et les Avis techniques.

Comment éviter les problèmes de condensation ?

Il est important de procéder à une analyse de la paroi que vous voulez isoler. Vérifiez qu'elle est saine et exempte de trace d'humidité. Si vous faites le choix d'isoler par l'intérieur et que votre isolant est perméable à la vapeur, il est important d'envisager la pose d'un pare-vapeur de manière continue du côté chaud de l'isolant, c'est-à-dire vers l'intérieur de la pièce. Par ailleurs, il faut impérativement éviter les ponts thermiques et faire en sorte que les plaques d'isolant soient jointives, derrière l'ossature ou la contre-cloison. En cas de collage, placez des bandes adhésives adéquates entre chaque plaque.

La VMC (ventilation mécanique contrôlée) n'est pas obligatoire en rénovation. Vous devez donc vous assurer que l'air intérieur de votre habitation est suffisamment renouvelé et de manière régulière que ce soit en été ou en hiver, surtout dans les pièces d'eau (cuisine ou salle de bains). En cas d'excès d'humidité, votre logement sera le siège de champignons et de prolifération de bactéries.

Ouvrez vos fenêtres tous les matins et tous les soirs durant cinq minutes en effectuant un courant d'air, en été comme en hiver.



L'isolation phonique

Le bruit est une des gênes les plus fréquentes et les plus importantes ; il génère stress, fatigue… Le son se transmet sous forme d'ondes de fréquences variées, qui traversent l'air et les matériaux et se réfléchissent sur les parois.

L'isolation acoustique est donc devenue très importante, elle a pour objectif de limiter la transmission du bruit.

Les bruits et la douleur auditive

On distingue différentes formes de bruit :

- les bruits aériens tels que la parole, la musique, les bruits ambiants ;
- les bruits d'impact comme la marche, la chute d'un objet sur le sol, la frappe d'un marteau sur un clou… ces bruits se propagent par les éléments ;
- les bruits des équipements comme la VMC, les machines qui peuvent associer d'autres bruits tels que des bruits aériens et/ou des bruits d'impact, voire des vibrations.

Tous ces bruits ont fait l'objet de recherche de manière à déterminer une échelle des bruits définis par leur niveau sonore, mesuré en décibels (dB).

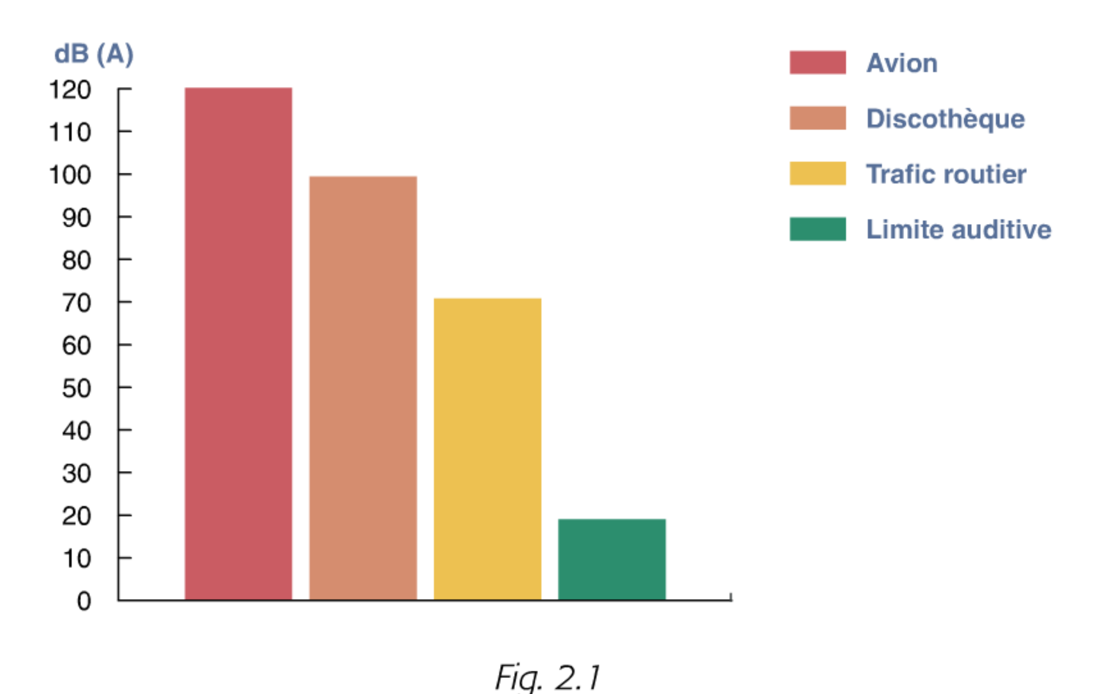


Fig. 2.1

On estime le seuil de la douleur auditive à 130 dB.

Il est donc important d'isoler nos bâtiments de tous ces bruits « parasites ».

Le son se propage sous forme d'ondes sonores, donc l'isolation acoustique passe par l'absorption de ces ondes mais aussi par le réfléchissement de ces ondes lorsque l'on travaille sur l'acoustique d'une pièce ou d'un bâtiment. On utilisera donc des matériaux moins épais et plus dense contrairement à l'isolation thermique qui utilise des matériaux à structure fibreuse ou alvéolaire en couche épaisse.

La réglementation

En termes de réglementation, la nouvelle réglementation acoustique (NRA) répond à des caractéristiques minimums obligatoires depuis janvier 1996. Depuis le 1er janvier 2000, tous les pays de la communauté européenne doivent donc utiliser les mêmes indices mis au point par le Comité européen de normalisation afin de caractériser les performances acoustiques des produits. Ceux-ci sont différents des indices utilisés jusqu'alors en France.

En fait, seule la méthode de calcul a été modifiée, pas la qualité acoustique.

Toute la maison est concernée et doit respecter différents niveaux d'affaiblissements : on considère qu'un niveau de 35 dB(A) ne doit pas être dépassé pour avoir un confort acoustique minimum dans votre logement.

Catégorie de bruit	Conséquence sur les valeurs réglementaires
Bruit aérien intérieur entre 2 pièces (conversation, télévision, chaîne hifi, bruits de pas, chute d'objet)	54 dB(A)rose devient 53 dB
Bruits d'impact	65 dB(A) devient 58 dB (niveau à la réception)
Bruits d'équipement (VMC, chaudière, chasse d'eau, robinetterie, climatisation, porte)	30 dB(A) (non modifié)
Circulations communes	αw inchangé (produits absorbants occupent le 1/4 de la surface au sol
Bruit aérien extérieur (rue, trafic routier, gare, aéroport, circulation ferroviaire ou aérienne, usine, chantier, aéroport, tondeuse, aboiement…	30 dB(A)route (non modifié)

Si votre logement a été construit entre 1970 et 1996…

Celui-ci est soumis à la réglementation acoustique de l'arrêté du 14 juin 1969. Cet arrêté fixe des valeurs de niveau sonore maximal pour les planchers, les cloisons séparatives et les équipements, mais ne précise aucune valeur en ce qui concerne les fenêtres.

Lorsqu'une émission sonore atteint 80 décibels pour un logement, 85 dB pour un commerce, **le niveau sonore dans un logement ne doit pas dépasser** :

- 35 dB(A) dans les pièces principales ;

- 38 dB(A) dans les cuisines, salles d'eau et toilettes.

L'isolation du sol, y compris les revêtements de sols, doit être telle que le niveau de pression acoustique du bruit perçu dans chaque pièce principale ne dépasse pas 70 dB(A).

Dans les pièces principales d'un logement, le bruit généré par un équipement quelconque du bâtiment ne doit pas dépasser :

- 35 dB(A) en général ;
- 30 dB(A) s'il s'agit d'un ascenseur, chaufferie, transformateur, surpresseur d'eau, vide-ordures et installation de ventilation mécanique contrôlée (VMC), bouches d'extraction comprises.

Dans les cuisines, le bruit produit, quel que soit l'équipement, ne doit pas excéder 38 dB(A) ; quant au bruit produit par une installation de VMC, il ne doit pas excéder 35 dB(A).

Cette réglementation est dépassée maintenant et ne correspond de fait plus aux exigences actuelles en matière de confort acoustique. Les acquéreurs de ces logements ont souvent l'impression que ces logements ne sont pas conformes à la réglementation en vigueur. Or, ils le sont.

Le respect des normes réglementaires n'est pas forcément une garantie de confort, celui-ci dépendant de la sensibilité à l'environnement sonore de chacun.

Modification de la réglementation des équipements collectifs

La circulaire du 9 août 1978 (chapitre III, section 6, article 54) traite des adjonctions ou transformations des équipements du logement, quelle que soit leur nature, et particulièrement des ascenseurs, appareils sanitaires, vide-ordures, installations de chauffage et de conditionnement d'air, canalisations d'eau, surpresseurs et éjecteurs d'eau, antennes de télévision, paraboles… Ce texte prévoit que ces équipements répondent aux dispositions de la

réglementation en vigueur à la date de la modification ou de l'ajout. Ces travaux d'aménagement ne doivent en aucun cas avoir pour conséquence une diminution des caractéristiques d'isolation acoustique du logement. Le choix de ce matériel comme son lieu de mise en place ou encore leur condition d'installation doivent être réalisés de manière à réduire au maximum les bruits transmis.

Logements construits avant 1970

Il n'existait à cette époque aucune réglementation acoustique. Si vous faites réaliser des travaux de rénovation actuelle d'immeuble ancien, aucune exigence n'est fixée en matière de qualité acoustique.

Cela dépend de vous, si vous souhaitez plus de confort acoustique alors vous effectuerez des travaux en relation avec ce souhait.

Si vous êtes en location, vous ferez part de ce désagrément à votre propriétaire qui pourra faire effectuer des travaux d'isolation acoustique voire thermique. S'il refuse, vous pourrez engager une procédure judiciaire visant à démontrer que le logement est « impropre à sa destination » et le propriétaire se verra dans l'obligation d'effectuer les travaux qui s'imposent.

Isolation des murs des constructions neuves

Si vous faites le choix de construire votre maison ou autre construction avec des matériaux auto-isolant, cette problématique ne vous concerne pas. Les matériaux auto-isolant sont les briques Monomurs en argile, la thermopierre de type Syporex, les maisons à ossature bois (puisque l'isolant est intégré et les complexes double polystyrène), béton (panneau sandwich polystyrène intérieur et extérieur et béton coulé dans la structure).

En cas de choix de construction en agglo ou en brique de 20 cm, veillez à avoir un complexe isolant dès la construction soit par l'extérieur, plus efficace, soit en sandwich (agglo ou brique, isolant et brique ou autre matériau).



Choisir son isolant

Méthodologie de calcul de l'épaisseur d'isolant nécessaire

La RT 2005 en vigueur depuis le 1er octobre 2006 exige une résistance thermique minimale de R = 3,68 m^2.K/W. Il est bien évidemment intéressant d'aller au-delà de cette RT 2005, tout d'abord pour faire davantage d'économie mais aussi et surtout pour ne pas à avoir à renouveler l'opération dans quelques années.

Pour ma part, je conseillerai de tendre vers une résistance thermique au niveau de la toiture de 6. La chaleur monte, les déperditions par le toit représente 30 % des déperditions d'une maison non isolée.

Le calcul pratique de l'épaisseur minimale de l'isolant (en mètres) : $e(m) = \lambda$ (W/m.K) x R (m^2.K/W), où λ = coefficient de conductivité thermique, valeur fournie par le fabricant. Plus ce coefficient est petit, meilleur est l'isolant.

TOITURE exemples d'épaisseur d'isolant pour U = 0,17 m².K/W			
Type d'isolant	**λ[1] de l'isolant (W/m.K)**	**Épaisseur d'isolant recommandée (cm)**	**Prix au m² TTC en 100 mm d'épaisseur**
Laine de roche	0,035 – 0,045	24	10
Laine de verre	0,035 – 0,045	24	10
PUR (polyuréthane) en 50 mm	0,025 – 0,035	18	20,33
XPS (polystyrène extrudé) en 50 mm	0,030 – 0,040	21	20
EPS (polystyrène expansé) TH38 en 55 mm TH 38 hydroguge	0,030 – 0,038	24	6,17 11,83
Verre cellulaire	0,040 – 0,055	30	
Liège expansé	0,040 – 0,050	27	31,5
Flocons de cellulose	0,035 – 0,045	24	23 le sac
Panneaux de cellulose	0,035 – 0,045	24	22
Panneaux de bois feutré (mous)	0,040 – 0,045	26	15
Laine de bois (semi-rigides)	0,038	23	16,5
Laine de chanvre	0,039 – 0,045	25	17,92
Laine de lin	0.038	23	26
Laine de mouton	0,035 – 0,045	24	14,33
Laine de coton	0,035 – 0,045	24	
Plume de canard	0,042	20,5	19
Fibre de coco en 50 mm	0,043 à 0,045	26,4	14
Vermiculite 30 mm en sac de 100 l	0,035	21	12,5

1. λ : coefficient de conductivité thermique.

Les isolants naturels

Les isolants dits « naturels » sont des produits d'origine végétale ou animale tels que le chanvre, la laine de mouton, les fibres de bois, les plumes d'oie, le lin, coco, le liège, la laine de coton. Leur

présentation est classique : en vrac, en panneaux semi-rigides et en rouleaux. Leur mise en oeuvre est aussi aisée que les laines minérales. Ils sont très appréciés des poseurs, car ils ne provoquent pas les irritations que l'on connaît avec d'autres matériaux.

En termes de performances thermiques, ils s'inscrivent dans la moyenne basse des laines minérales. Sur le plan acoustique, bien que peu d'essais soient réalisés, leur nature fibreuse doit amener à des résultats comparables aux laines minérales.

- Panneaux de bois feutré : 0,040 à 0,070.
- Liège, laines minérales et laines naturelles : 0,035 à 0,040.
- Polystyrène expansé : 0,030 à 0,038 – Mousse de polyuréthane : 0,025 à 0,035. Le PSE n'est pas un isolant naturel, mais issu d'une revalorisation d'un dérivé du pétrole non utilisable comme combustible.

L'air immobile est un excellent isolant thermique.

Vous entendrez aussi votre architecte ou votre artisan parler de coefficient R (résistivité thermique). Sa formule simple permet de calculer l'épaisseur voulue d'isolant.

R = e / lamda (R de 4 = 0,1 m / 0,04)

e = R x lambda (0,1 m x 0,04 = R de 4)

Les isolants écologiques

Ces matériaux sont dits écologiques, car en général leur fabrication nécessite peu d'énergie, les matières premières sont facilement renouvelables et ils peuvent être recyclés ou réutilisés. Parmi ce type d'isolant on trouve la perlite (ou vermiculite ou pierre ponce), la fibre de coco, le chanvre, le liège, la ouate de cellulose, la fibre de bois et le coton.

La perlite

Il s'agit de roches (volcaniques pour la perlite et la pierre ponce, micas pour la vermiculite) souvent utilisées en vrac pour isoler les combles et les vides de construction. Par leur poids, elles apportent une inertie thermique, ce qui en fait de très bons isolants. On peut les mélanger à du béton pour réaliser des chapes isolantes ou des chapes allégées.

La perlite est plus résistante au feu et à la chaleur que la vermiculite, c'est la raison pour laquelle on l'utilise pour l'isolation des conduits de cheminées.

L'extraction est peu coûteuse en énergie et il n'y a quasiment pas d'étape de transformation. Le transport de ces produits constitue leur impact le plus grand sur l'environnement. Ces matériaux, dans l'état actuel de nos connaissances, ne présentent aucun risque pour la santé. Ils sont réutilisables en fin de vie du bâtiment.

La vermiculite est classée A1 donc totalement incombustible (ex. M0). Elle est totalement naturelle, n'irrite pas et ne possède pas d'agents allergènes. Sa durée de vie est illimitée dans le temps. Stable et inerte, elle n'attire ni les rongeurs, ni les parasites animaux ou végétaux. On l'utilise principalement en adjuvant du béton, car beaucoup plus légère que le sable, sans surcharge importante sur les planchers anciens et le béton est plus élastique. Gain de – 25 dB avec 30 mm de vermiculite.

L'argile expansée

Ce produit est vendu en vrac et est utilisé comme constituant des blocs de construction préfabriqués ainsi que dans les mortiers pour chape isolante. Il possède un excellent classement au feu et est, de plus, insensible à l'eau. Utilisé seul, il se révèle coûteux et de performance moyenne.

Le verre cellulaire

Ce produit est élaboré à partir de sable siliceux, c'est un produit alumino-silicaté, fondu à 1 000 °C et en présence de dioxyde de carbone qui lui donne cette structure mousse.

C'est un matériau inorganique et sans addition de liant. Léger, il est insensible à l'eau et classé A0, son coefficient de conductivité thermique à 0 °C est de 0,037 W/m.K.

Son coût est assez élevé, c'est la raison pour laquelle on l'utilise pour l'isolation des parois enterrées et les toitures plates soumises à de fortes contraintes. Enfin, le verre cellulaire présente une très forte résistance mécanique à la compression.

Le lin

Cet isolant est fabriqué à partir de fibres de lin trop courtes pour un usage textile. Celui-ci est imprégné de sel de bore afin de le rendre résistant aux insectes, rongeurs, moisissures ainsi qu'au feu.

On le trouve aussi bien en vrac, qu'en panneaux semi-rigides ou de feutres ainsi qu'en rouleaux. Il est très agréable à manipuler, car de texture laineuse.





Fig 3.1

Par ailleurs, il possède une grande capacité à absorber puis restituer l'humidité et ce en fonction de l'hygrométrie, donc très bon régulateur.

C'est un bon isolant acoustique surtout contre les bruits aériens. On l'utilise pour les constructions bois, ossature bois ainsi que pour les constructions en dures pour tous les besoins d'isolation.

Son coefficient de conductivité thermique est de 0,038 W/m.K, classe E1 pour l'humidité. Son affaiblissement acoustique est de – 55 dB suivant le support. Son classement au feu est B2 donc difficilement inflammable.

La plume de canard

Cet isolant est en fait composé à 70 % de plumes de canard, de 10 % de laine de mouton et de 20 % d'autres fibres de type synthétique qui permettent une consistance et une densité correctes de l'ensemble.





Fig. 3.2

Les plumes de canard son traitées à 150 °C de manière à éliminer tous les microorganismes qu'elles contiennent et peuvent subir un traitement à base de perméthrine qui est en fait un insecticide, traitement garantissant une innocuité et utilisé dans le secteur textile. Il s'agit en fait d'un antimite.

Le classement au feu est un point faible de ce produit puisqu'il est classé C anciennement M3 donc moyennement inflammable.

La quantité d'énergie nécessaire à son élaboration est assez faible, par contre le recyclage est difficile du fait de la présence de matière synthétique dans la composition de cet isolant. Il atténue les bruits aériens et a une capacité d'absorption de l'humidité correcte. La plume de canard en elle-même est inoffensive mais des allergies à la plume sont possibles.

La perméthrine

Insecticide efficace, ce produit est non toxique pour l'homme et complètement biodégradable. En revanche, il peut être mortel pour certains animaux.

La laine de mouton

La laine de mouton est un produit naturel, sa fibre frisée lui confère une grande capacité à stocker l'air donc accroît sa capacité d'isolation. Par ailleurs, la laine de mouton peut absorber jusqu'à 30 % de son poids en eau sans paraître surchargée, elle ne nécessite donc pas de pare-vapeur. La performance thermique est moindre et il peut y avoir des développements de micro-organismes en présence d'humidité.

Cette humidité est restituée à la demande suivant une réaction exothermique entre l'eau et la kératine contenue dans la laine donc produisant de la chaleur de l'ordre de + 2 à 3 °C supplémentaire.



Fig. 3.3

La laine de mouton subit un lavage pour éliminer les microorganismes ainsi qu'un traitement par Mitin insecticide naturel à base de perméthrine qui joue le rôle d'antimite.

Elle est aussi traitée avec des sels de bore pour la rendre moins inflammable à partir de 550 °C et elle s'auto-éteint, classement B2, donc difficilement inflammable anciennement M2.

Tout comme la plume, elle est inoffensive même si des risques allergiques subsistent. Elle est totalement recyclable si l'on ne lui adjoint pas de produits synthétiques et permet un affaiblissement acoustique des bruits aériens.

La fibre de coco

Conditionnée en rouleaux, en panneaux ou en vrac, elle a un bon coefficient thermique. La fibre peut être traitée au sel de bore

pour limiter les risques d'incendie, elle est classée B2 soit M2 donc difficilement inflammable.

Produite loin de France métropolitaine, là encore son impact le plus grand sera lié au transport.

C'est un matériau parfaitement recyclable à faible coût et un isolant à la fois thermique et acoustique, affaiblissement de – 47 dB aux bruits aériens.

Elle offre une grande résistance à l'humidité, donc adaptée pour l'isolation des pièces humides (salle de bains, cuisine...). Le sel de bore permet d'assurer sa résistance au feu.

Très élastique, ce produit trouve, chez nous, son application principale comme isolant acoustique dans les planchers, les murs et les cloisons (rouleaux, panneaux semi-rigides et feutres). On l'utilise aussi comme isolant (laine de coco) de remplissage de cavités (entre les murs et les châssis, par exemple en remplacement des mousses synthétiques).

Le chanvre

Conditionné en rouleaux, en panneaux ou en vrac, c'est un matériaux écologique et sain[1]. Le chanvre en panneaux est constitué de 85 % de fibres végétales et 15 % d'autres fibres synthétiques qui permettent une cohérence de l'ensemble. Il ne contient pas de protéines, il n'est donc attaqué, ni par les mites, ni par les rongeurs.

1. Les fabricants n'ont pas encore fait établir de FDES (fiche de déclaration environnementale et sanitaire) pour ce produit.



Fig. 3.4

Le chanvre a un cycle de production très court, semé en mai, il est récolté en septembre. Son rendement est élevé de 7 à 12 tonnes/ha.

Inconvénient, il est très inflammable et doit donc subir un traitement, soit par sels de bore, soit par carbonate de soude pour le rendre moins sensible au feu.

Son absorption acoustique est de – 52 dB en 100 mm. Ce produit a une conductivité thermique identique aux laines minérales.

Ses principales caractéristiques : être hydro-régulateur, c'est-à-dire d'une grande perméabilité à la vapeur, et ne pas nécessiter de pare-vapeur. Il est aussi thermo-régulateur, et permet une diffusion différée de la chaleur l'été et du froid l'hiver.

Le liège

Le liège naturel provient d'une variété de chêne. Conditionné en panneaux ou en vrac, c'est un excellent isolant, car sa structure est composée à 96 % d'air. L'écorce est broyée et expansée à haute température grâce à la vapeur d'eau. Les billes de liège s'agglomèrent entre elles grâce à la présence d'une résine (la subérine) contenue directement dans le liège.

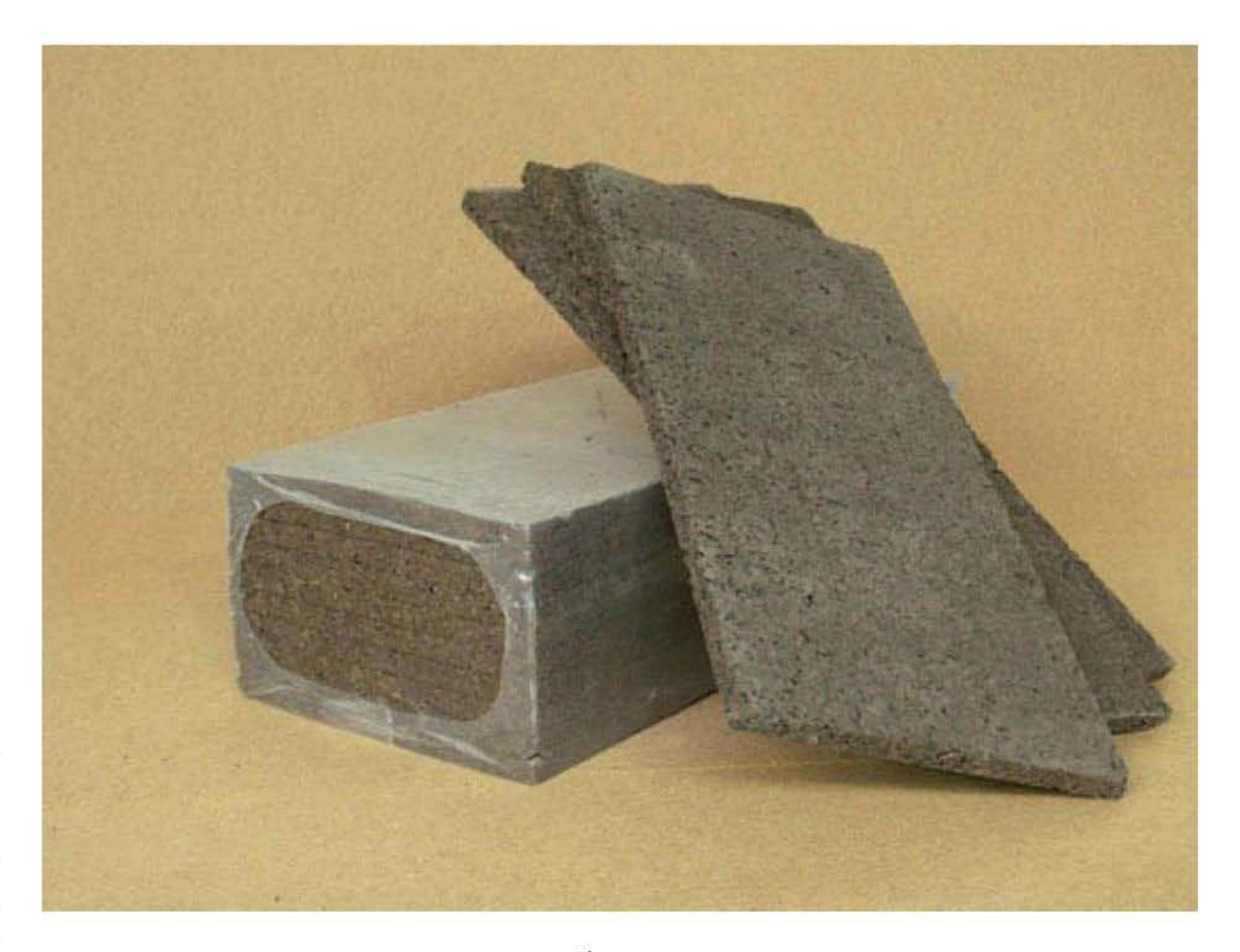


Fig. 3.5

Ce produit ne nécessite pas de pare-vapeur. Il peut s'utiliser pour tous types d'isolation.

Sa production est issue d'un processus renouvelable moins rapidement, car issue du chêne-liège. Il reste cher et nous pensons qu'il doit être réservé à des usages limités. Léger, il est imputrescible et ne se déforme pas avec le temps.

Il possède un classement au feu B2 et est auto extinguible, il ne dégage pas de fumées toxiques.

La ouate de cellulose

La ouate de cellulose provient en grande partie du recyclage de papier journal. Très utilisée au Canada, elle nécessite un certain savoir-faire pour l'isolation par soufflage et flocage, ainsi qu'un appareillage spécifique. En revanche, pour l'isolation des combles et des vides de construction, elle peut se faire manuellement sans trop de difficultés.



Fig. 3.6

Elle est traitée au sel de bore, ce qui limite les risques d'incendie et éloigne les xylophages, champignons et rongeurs, permettant ainsi de préserver les bois en contact.

Ce produit peut être soit soufflé lorsqu'il est sous forme de flocage, soit posé lorsqu'il est en panneaux. Sa conductivité thermique est identique à celle d'une laine minérale.

Son classement au feu est B (ex. M1) grâce au traitement par les sels de bore. L'affaiblissement acoustique varie de – 41dB à – 55 dB suivant son mode d'application.

La fibre de bois

Conditionnée en panneaux de différents formats, densité et épaisseurs, elle est constituée de fibre de bois agglomérée avec la propre lignine du bois, le liant est constitué par des fibres polyoléfines.



Fig. 3.7

Excellent isolant thermique et phonique, jusqu'à -63dB pour une isolation contre les bruits aériens, elle peut être utilisée pour tous types d'isolation.

En isolation par l'extérieur, elle peut être recouverte par un enduit respirant, ou par des bardeaux. Issue de forêts contrôlées, sa production nécessite peu d'énergie et a un faible impact sur l'environnement.

Un fabricant a effectué le test suivant : il a équipé une maison il y a 50 ans avec cet isolant. 50 ans plus tard, après avoir ouvert les murs, il a constaté que l'isolant n'avait pas bougé. Cet isolant est parfaitement recyclable.

Ce produit est classé comme peu inflammable B2 (ex. M1), il ne dégage pas de fumées toxiques. Il est traité ignifuge par une solution d'ammonium polyphosphate.

Il faut noter également qu'il existe des panneaux de fibre de bois, traité au latex, ce qui le rend imperméable, mais respirant, pouvant être utilisé comme pare-pluie, en remplacement des pare-pluie bitumés ou à base de polyuréthane.

La laine de coton

Sa structure en fait un très bon isolant thermique. Les fabricants européens s'approvisionnent auprès de la filière du coton recyclé, un des fabricants français utilise des déchets neufs issus de l'industrie textile.

Ce produit emmagasine beaucoup d'air d'où ces qualités de bon isolant. Il bénéficie d'une très bonne tenue dans le temps.

Il n'est pas nécessaire de poser un pare-vapeur. Produit résistant bien au feu grâce à un traitement par sels de bore, classement A2 (ex. M1), voire B (ex. M2) pour certains produits tels que les panneaux semi-rigide pour les murs.

Il a subi un traitement contre les moisissures, insectes, acariens, mites ainsi que les champignons.

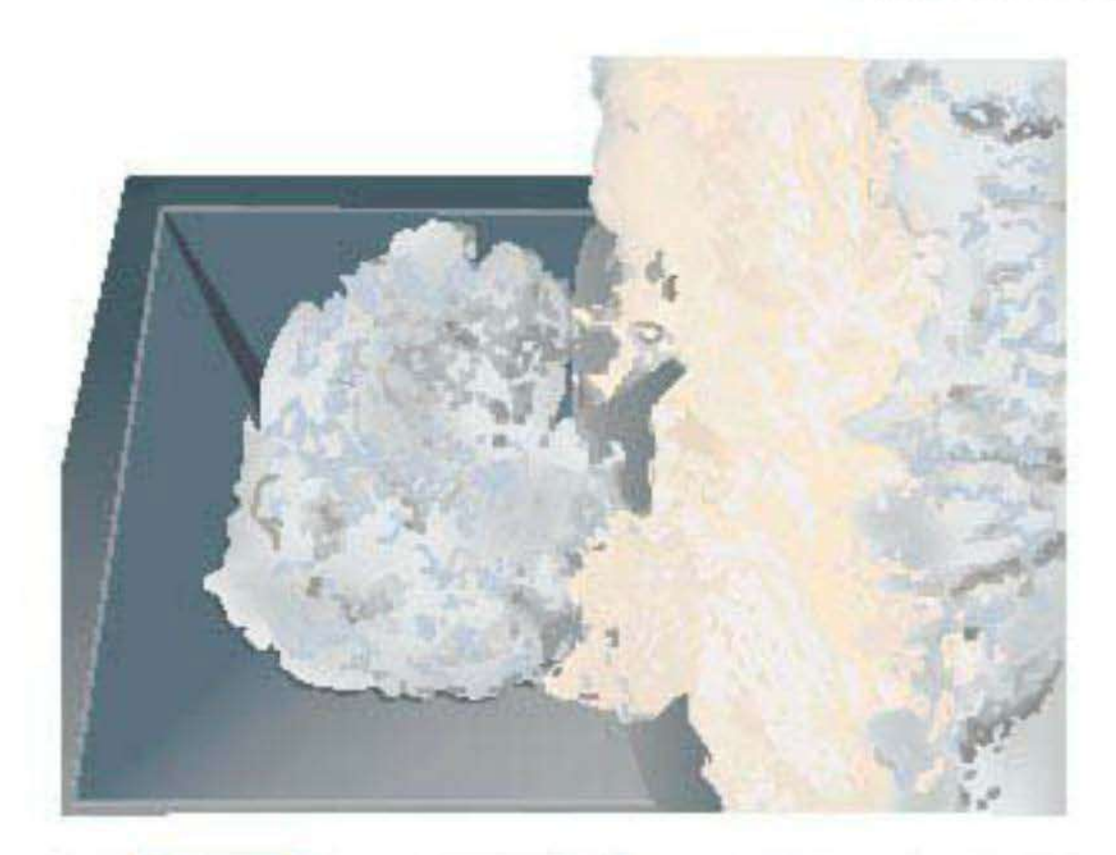




Fig. 3.8 et 3.9

Les laines minérales

Les laines minérales sont classées A1 (ex. M0) donc non combustible.

La laine minérale

Elle inclut la laine minérale de valeur λ (coefficient de conductivité thermique) variant de 0,035 – 0,045 W/m.K. Elle est vendue en matelas ou en rouleau d'une seule pièce. Elle ne s'affaisse pas. Certains produits sont ignifuges.

La laine de verre

La laine de verre est essentiellement fabriquée à partir de sable, de calcaire, de phélite, de dolomie et de verre recyclé appelé calcin auquel on ajoute des sels de bore et du carbonate de soude pour la rendre ignifugée. On fait fondre tous ces matériaux entre 1 000 et 1 500 °C, puis le produit est tiré en fibre grâce à des systèmes rotatifs. Après refroidissement, les fibres sont fixées entre elles par un liant puis passées en étuve pour obtenir un matelas de laine plus ou moins épais.

La laine de verre est plus souple que la laine de roche et convient mieux au calfeutrement. De plus, elle ne dégage pas de fumées ou de gaz toxiques.

Ce produit est efficace en matière d'isolation acoustique, sa structure poreuse et élastique absorbe les ondes sonores. Elle lutte efficacement contre les bruits aériens et solidiens ainsi que leur réverbération.

La laine de verre est recyclable à 100 % en fin de vie.

La laine de roche

Ce produit est fabriqué à partir de roches volcaniques, de basalte de briquettes de produits recyclés ou du laitier de hauts fourneaux. On y ajoute des fondants et du coke et l'on fait fondre

le tout en fusion dans un cubilot à 1 400 °C, puis le produit est projeté sur des rotors à grande vitesse. Après refroidissement, les fibres sont fixées entre elles par un liant puis polymérisées et calendées pour obtenir un matelas de laine plus ou moins épais.

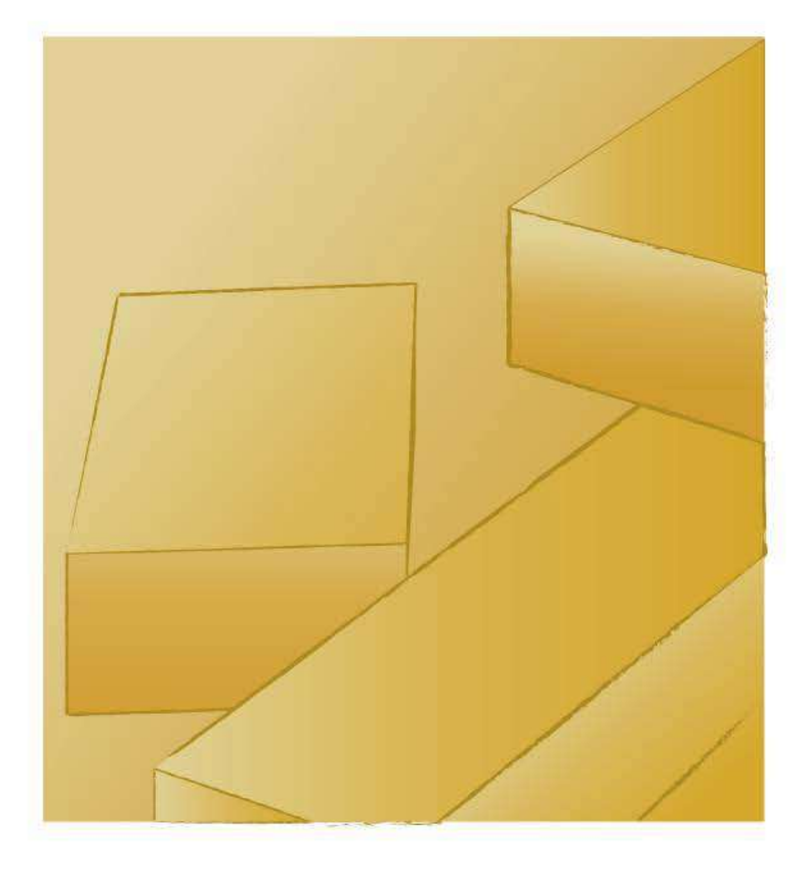


Fig. 3.10

La laine de roche résiste mieux à la compression et au feu. De plus, la laine de roche ne dégage pas de fumées ou de gaz toxiques.

Elle garde ses performances mécaniques même à très haute température. Elle possède ce que l'on appelle une structure ouverte qui la rend insensible à l'eau et imputrescible, le grand nombre de cellules d'air intégrés dans la structure même du produit lui permet de jouer le rôle de barrière aux flux thermiques chaud ou froid et d'atténuer de manière considérable les échanges thermiques. Elle conserve donc ses propriétés thermiques, acoustiques et mécaniques dans le temps.

Ce produit est efficace en matière d'isolation acoustique, sa structure ouverte lui permet de dissiper les ondes sonores par absorption. Elle lutte efficacement contre les bruits aériens et solidiens ainsi que leur réverbération.

La laine de roche est totalement recyclable en fin de vie.

Elle permet comme bon nombre d'isolant de garder un environnement sain dans les bâtiments.

À savoir

Ces laines peuvent provoquer des irritations dues aux fibres (effet abrasif) ou aux liants qui sont des résines. Des allergies bénignes peuvent apparaître chez des sujets très sensibles.

Les isolants synthétiques

Le polystyrène expansé

Le polystyrène expansé (PSE est fabriqué à partir d'un dérivé du pétrole, le naphta, issu du raffinage, ce qui permet une valorisation de ce produit.

Le polystyrène est composé de 2 % de matière et de 98 % d'air, on obtient tout d'abord un monomère styrène se présentant sous forme de petites billes polymérisé en présence de vapeur d'eau et de pentane, qui sont dilatées puis expansées grâce à la vapeur d'eau. Elles peuvent atteindre jusqu'à 50 fois leur volume initial.

Ce produit est insensible à l'eau et imputrescible, le grand nombre de cellules d'air intégrés dans la structure même du produit lui permet de jouer le rôle de barrière aux flux thermiques chaud ou froid et d'atténuer de manière considérable les échanges thermiques. Il garde donc ses propriétés thermiques, acoustiques et mécaniques dans le temps.

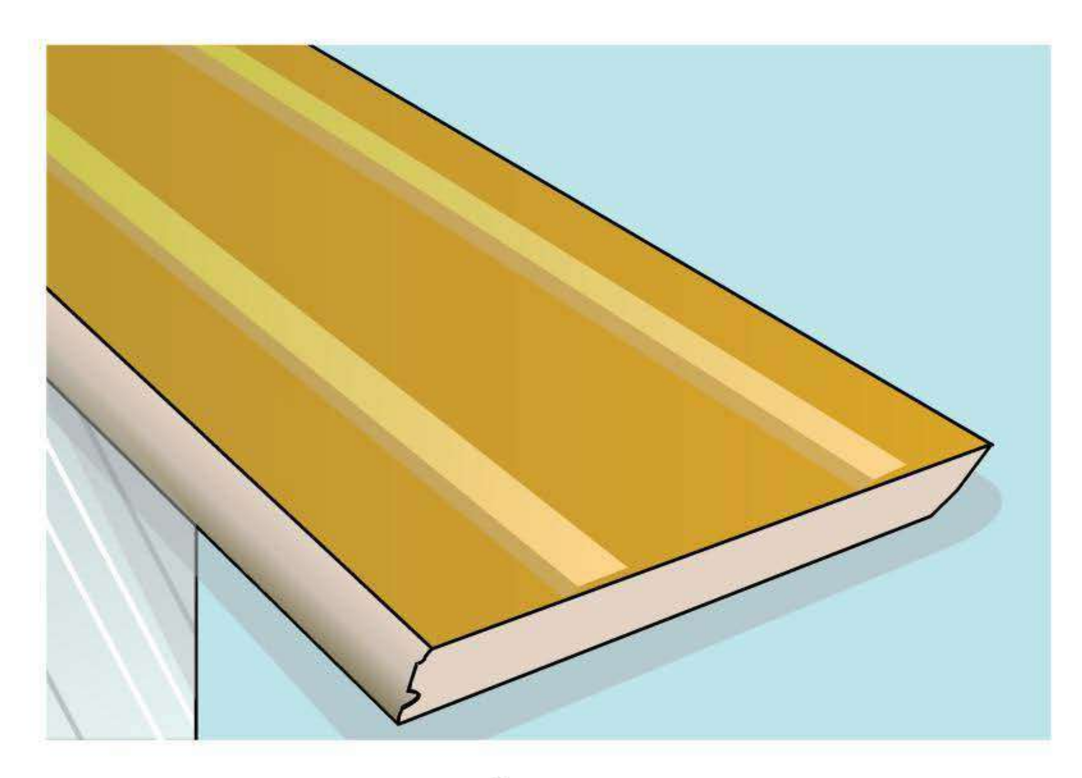


Fig. 3.11

Le polystyrène peut être élastifié donc efficace en matière d'isolation acoustique, sa structure ouverte lui permet de dissiper les ondes sonores par absorption. Elle lutte efficacement contre les bruits aériens et solidiens ainsi que leur réverbération.

Il existe de nombreuses unités de production en France ce qui réduit le coût du transport mais aussi et surtout l'énergie grise, c'est-à-dire l'énergie dépensée pour le transport.

Sa mise en oeuvre est très facile puisque le polystyrène est léger, il ne nécessite aucune protection puisqu'il est inerte et ne génère aucun produit allergisant. Il libère très peu de composé organique volatile (COV) et ne génère pas de pollution de l'environnement.

En fin de vie, celui-ci est totalement recyclable, il sera soit broyé pour produire à nouveau du polystyrène, ou ajouté à d'autres produits comme le béton pour fabriquer du béton allégé, il pourra être fondu, extrudé et cisaillé pour fabriquer d'autres polymères.

Ce produit est inflammable, vous pouvez demander un PSE ignifugé en cas de besoin[1]. En brûlant, il libère du CO_2 , du CO, de la vapeur d'eau, de la suie mais pas d'autres gaz.

Le polystyrène extrudé

Le polystyrène extrudé est fabriqué comme le PSE. Panneau de mousse plastique constitué de fines alvéoles fermées contenant un mélange d'air et de gaz réfrigérants (fluorocarbone), il existe des versions CO_2, ce qui lui confère un pouvoir isolant et surtout une résistance mécanique exceptionnelle.

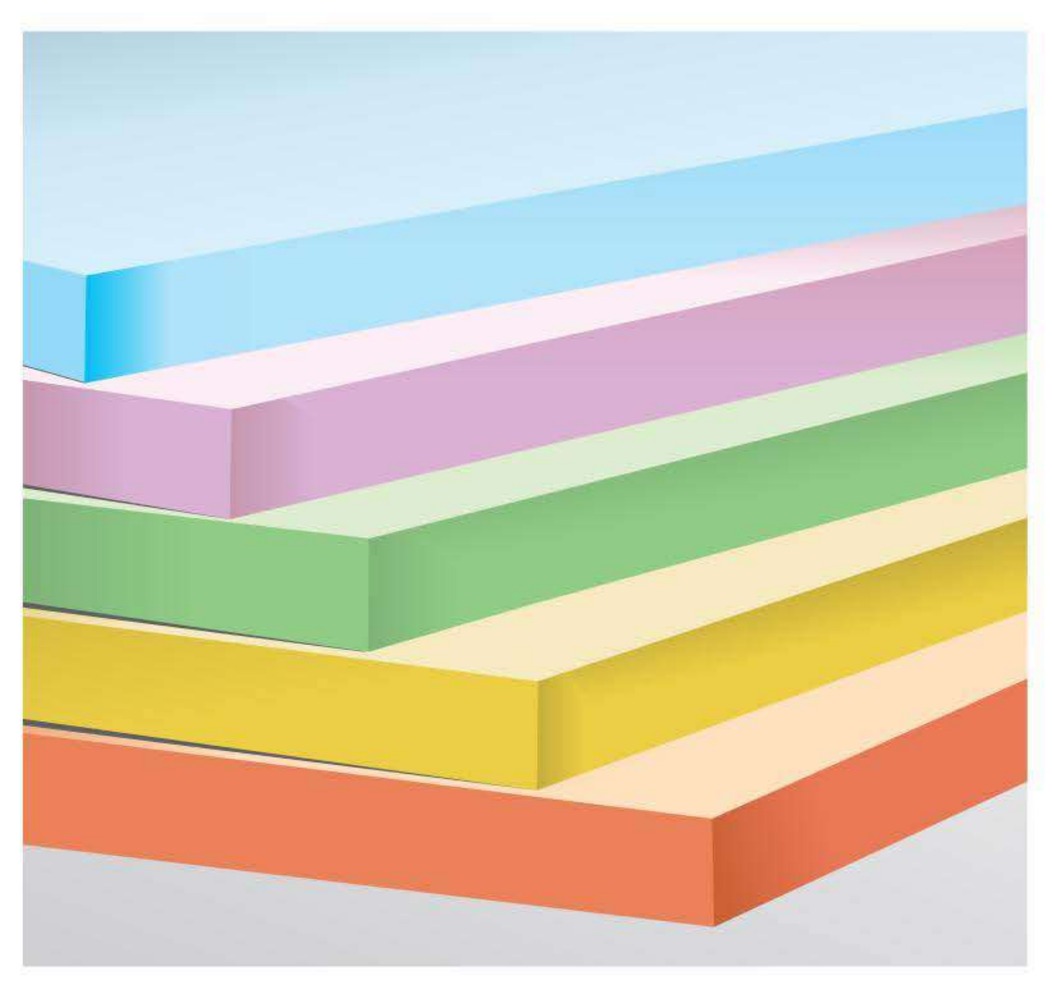


Fig. 3.12

1. Les industriels ont mis sur le marché des systèmes qui respectent la réglementation incendie des bâtiments.

Ce produit est obtenu par un procédé d'extrusion en continu.

Ce produit dispose d'une résistance exceptionnelle et inégalée par rapport aux autres isolants, à l'eau, au froid, à la chaleur et à la compression, ce qui lui permet d'être mis en œuvre dans le cadre d'une isolation simple et classique, mais aussi et surtout lorsque les conditions décrites plus haut ne permettent plus d'utiliser un autre isolant, il peut être mis en œuvre en neuf comme en rénovation et quel que soit le type de bâtiment.

Il possède un haut pouvoir isolant thermique, y compris pour des épaisseurs réduites. C'est un isolant extrêmement dense, homogène, de fait, les dommages pouvant intervenir lors de sa mise en œuvre, n'ont aucune incidence sur les performances thermiques du produit. Sa résistance à la compression peut atteindre 70 tonnes/m^2, ce qui lui confère un comportement en compression et fluage[1] à long terme des plus élevé du marché.

Le polystyrène extrudé en panneau existe dans différentes sortes d'usinage des chants afin de garantir une imperméabilité totale de l'enveloppe à l'air et l'absence de ponts thermiques donc un confort d'hiver comme d'été optimal et des économies d'énergie conséquente.

Sa grande résistance à des charges lourdes ne nécessite pas de protection spécifique sur le chantier, le rend parfaitement adapté à des applications très contraignantes comme les toitures parking pour véhicules légers et lourd, les sols d'entrepôts frigorifiques, les hangars d'aéroport, ainsi que des conditions climatiques extrêmes de chantier (pluie, neige, gel) sans risque d'altération du produit. Il possède une tenue mécanique verticale importante garantie dans le temps et est auto-stable.

Il est préférable de ne pas l'exposer au soleil ni aux solvants pendant des périodes prolongées.

---

1. **Augmentation dans le temps de la déformation relative sous des contraintes permanentes.**

Lorsque ces joints sont parfaitement étanches, il peut jouer le rôle de pare-vapeur à une épaisseur donnée. Pour un usage intérieur, il est nécessaire qu'il soit recouvert d'un matériau ignifuge avant d'être fixé mécaniquement à l'ossature du bâtiment. Il ne possède pas les qualités d'isolation phonique d'un isolant à structure ouverte.

Le polyuréthane

Ce produit est très utilisé pour combler des défauts d'isolant, il se présente en bombe. Il se présente également en panneau d'isolation.

L'expansion de la mousse s'effectue jusqu'à obtention de l'épaisseur désirée. On peut aussi obtenir des plaques de polyuréthane : la mousse est pulvérisée entre deux parements puis les plaques obtenues, sont passées dans un tunnel chauffant, puis stabilisées et usinées.

Les propriétés de la **mousse de Polyuréthane** dépendent :

- des composants chimiques,
- de l'agent gonflant,
- de la nature des parements.

La mousse polyuréthane est un isolant à structure alvéolaire, composé de petites cellules renfermant un gaz à faible conductivité thermique. Son classement au feu est C (ex. M2).

Il peut être associé à d'autres produits tels que des plaques de plâtre, de bois, PVC, du kraft, polyéthylène...

Selon la nature des parements, des gaz d'expansion et de la technique de production utilisée, la conductivité thermique des panneaux varie de 0,025 W/m.K à 0,035 W/m.K.

C'est sans doute le meilleur isolant thermique à l'heure actuelle. Il possède une résistance mécanique élevée. Il est facile à mettre en œuvre, cette mousse peut être injectée dans les parties difficiles d'accès, elle peut être projetée.

On l'utilise pour tous les travaux d'isolation en construction neuve comme en rénovation, à l'intérieur mais aussi et surtout comme isolant extérieur. Dans un complexe pare-vapeur, mousse de polyuréthane, finition, puis emboîtage entre eux, la jointure comprend des joints étanches PVC à rupture de ponts thermiques. Ils sont fixés par une fixation mécanique panneaux sur des tasseaux bois qui assurent une isolation grâce à la lame d'air.

Ce produit peut-être projeté sur la plupart des support des bâtiments en construction neuve comme en rénovation, ce qui permet de combiner une isolation thermique et une étanchéité à l'air. Ce polyuréthane liquide est composé de Polyol et l'Isocyanate.

La densité de ce produit peut varier de 10 à 80 Kg/m^3 et sa résistance au feu de B2 à E.

Elle ne possède pas les qualités d'isolation phonique d'un isolant à structure ouverte.

Les isolants minces

On pourra envisager aussi des matériaux technologiques tels que les produits minces réfléchissants opaques. Il s'agit d'un complexe complément d'isolation (voir communiqué du CSTB du G20) isolant semi-rigide mince.

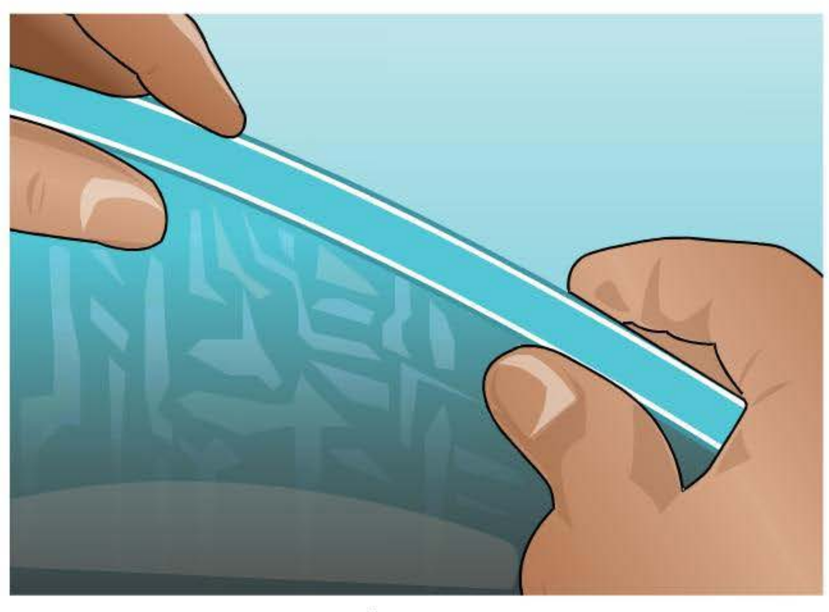


Fig. 3.13

Il s'utilise la plupart du temps en isolation sous couverture même si on peut l'utiliser dans toute le maison et si des produits existent pour tous les usages.

L'intérêt de ce type de produit réside dans son utilisation en tant que pare-vapeur côté intérieur des parois ainsi qu'en l'amélioration du calfeutrement par augmentation de l'étanchéité à l'air de parois non isolées, si la réalisation est parfaite.

Parmi ces atouts, on compte une étanchéité totale à l'air et à l'eau, aucune reprise d'eau, un abaissement de 15 à 20 % du taux d'humidité.

Son comportement thermique est équivalent à celui d'un isolant fibreux classique de 240 mm d'épaisseur, pour des températures comprises entre – 34 °C et + 60 °C. L'affaiblissement acoustique est de 23 dB(A) pour le bruit rose, de 20 dB(A) pour les bruits de route et de 36 dB à 5000 Hz. Son pouvoir isolant est constant dans le temps, sa résistance mécanique est de 300 kg/m^2.

De plus, ce matériau est totalement imputrescible, résistant aux solvants, corps gras et traitement de charpente, totalement recyclable, anallergique et antistatique.

On peut l'utiliser aussi bien pour les toitures que les murs et les sols…

La résistance thermique de ce type de produits varie de 0,1 à 0,4 m^2.K/W. La résistance au feu est classée B2 (ex. M1).

En ce qui concerne la rénovation et en cas de changement des radiateurs, on pourra préconiser un renforcement de l'isolation par les allèges avec ce type de matériaux qui auraient en autre avantage de renvoyer la chaleur émise par le radiateur vers la pièce.

Ces produits ont été beaucoup décriés, ils ont leur utilité comme vous avez pu le voir ci-dessus. Certes, leurs performances thermiques en tant qu'isolants demeurent limitées (de l'ordre de 5 à 20 fois inférieures aux performances thermiques exigées dans les bâtiments neufs chauffés). Cependant, leur utilité demeure intacte

dans le cadre de la réalisation d'une ou deux lames d'air. En effet, imperméables à l'air, ils sont en contact avec la face peu émissive de l'isolant mince, comme isolation supplémentaire. Par ailleurs, dans le cadre de la réalisation d'un pare-vapeur efficace à l'intérieur des parois, ils améliorent l'étanchéité à l'air de parois non isolées.

Néanmoins, on évitera l'utilisation en écran de sous-toiture du fait de sa grande étanchéité à la vapeur d'eau, ce qui aurait pour effet de créer de la condensation.



Choisir son isolant

Toute nouvelle construction d'une surface habitable inférieure à 220 m^2, non climatisée se doit de suivre la RT 2005, réglementation de référence et assez stricte en la matière.

Caractéristiques de l'isolant

La principale fonction de l'isolant est de conserver la chaleur à l'intérieur en hiver et la fraîcheur en été. Pour être efficace, il doit :

- être résistant au flux de chaleur,
- remplir tout l'espace uniformément,
- être durable; dans certains cas,
- résister à la chaleur ou à l'humidité.

Différents matériaux isolants peuvent être utilisés à divers endroits de l'enveloppe de la maison, selon l'espace disponible, l'accessibilité et autres exigences d'installation.

Choisir le bon isolant

Nous vous avons donné dans les pages précédentes une liste des isolants avec leurs avantages, les modes d'utilisation mais aussi leur fonction. La liste n'est bien sûr pas exhaustive.

Le choix de l'isolant dépend de l'usage que vous comptez en faire. Dans la plupart des cas, il ne suffit pas de se demander si l'isolant peut garder la chaleur en hiver ou la fraîcheur en été, à l'intérieur. Dans certaines situations précises, il faut aussi se poser d'autres questions tout aussi importantes, comme celles qui suivent :

- L'isolant peut-il résister à des températures élevées ?
- Est-il résistant à l'humidité ?
- Peut-il réduire la transmission de la vapeur d'eau ?
- Peut-il résister au mouvement de l'air ?
- Lorsqu'il est utilisé comme il se doit, l'isolant a-t-il besoin d'un enduit ignifuge ?

Une fois le matériau choisi pour l'application voulue, il faut ensuite tenir compte des facteurs suivants :

- Est-il relativement facile à poser ?
- S'agit-il du meilleur achat compte tenu de l'espace accessible (une valeur isolante élevée s'il y a beaucoup de place, ou une valeur isolante élevée par rapport à l'épaisseur de l'isolant s'il n'y a pas beaucoup de place) ?
- Est-il possible de s'en procurer près de chez vous ?
- Sera-t-il facile de combler entièrement le vide avec cet isolant ?
- Est-il assez souple pour remplir les vides de formes irrégulières ?
- Est-il assez rigide pour supporter les matériaux de revêtement et résister aux pressions ?
- Est-ce qu'un isolant nécessite plus de produits accessoires que d'autres (revêtements ignifuges, fourrures, pare-vapeur) ?

Bref, le choix de l'isolant dépend de l'usage que vous voulez en faire.

Le coût est évidemment un facteur à considérer lorsqu'on choisit un matériau. Il est habituellement moins élevé lorsque l'isolant est en vrac ou en rouleau qu'en panneau rigide ou en mousse. Cependant, le prix du matériau de base ne couvre qu'un aspect.

Dans certains cas, des frais d'installation peu élevés ou la préférence pour une méthode d'isolation particulière de la part de l'installateur peuvent compenser le prix plus élevé des matériaux. Il serait plus juste de comparer les coûts globaux qui comprennent le coût de l'isolant, des accessoires nécessaires et de l'installation.

Les isolants sont fabriqués à partir de diverses matières, y compris le verre fondu transformé en fibres, les roches volcaniques expansées, les journaux recyclés et la mousse plastique.

Toutefois, il n'existe que quatre formes de base, ce qui facilite grandement leur classification : l'isolant en rouleau, l'isolant en vrac, l'isolant en panneau rigide ou semi-rigide et l'isolant en mousse à vaporiser.

Les isolants en matelas ou en rouleau

Il est assez facile de poser l'isolant en matelas ou en rouleau dans les espaces accessibles comme les cavités murales, entre les chevrons où sur un plancher dans des combles que l'on n'utilisera pas. Il est assez souple pour remplir les vides de formes irrégulières et peut être coupé pour s'adapter. Il faut se munir de vêtements protecteurs et d'équipement de sécurité pour la pose, car les isolants minéraux, et en particulier la laine de verre, contiennent des éléments qualifiés d'abrasifs pouvant entraîner des rougeurs, voire des irritations de la peau. Les laines végétales peuvent pour certaines vous procurer des allergies de contact.

Les isolants en vrac

Les isolants en vrac sont fabriqués à partir de divers matériaux, les particules étant de texture granuleuse ou floconneuse. L'isolant en vrac est excellent pour combler les vides inaccessibles ou de formes irrégulières. Il convient aux murs et aux planchers, ainsi

qu'entre les chevrons et aires fermées comme les toits où l'espace entre les solives est souvent variable, de forme irrégulière ou plein d'obstacles. Il est également utile pour combler de petits vides ou pour recouvrir les solives du plafond. Il ne doit pas être appliqué au-dessous du niveau du sol, sauf s'il est recouvert de plaques ou plancher.

Choisir son isolant en fonction de son usage

Type d'isolant	Conditionnement	Usage
Laines minérales Laines végétales	Rouleaux Panneaux	Combles aménagées ou non, chevrons, toiture, cloisons, contre-cloisons, planchers, dalles flottantes, panneaux sandwiches, complexe de doublage, bardage
	Flocage	Combles non aménagées, endroits difficilement accessible et fermés
Perlite Flocons de cellulose	Vrac	Combles non aménagées et solive avec pose d'un plancher
Laine de bois Fibre de bois, liège Fibre de cocos Cellulose	Panneaux	Isolation de sols, murs, cloisons, contre-cloisons, complexe de doublage, plancher
Polystyrène expansé (PSE)	Panneaux	Murs, planchers, sols, combles habitables, isolation extérieure, panneaux de toiture, toiture terrasse, dallages, chape flottante
	Entrevous	Planchers à entrevous, treillis, poutrelles béton
Polystyrène extrudé (XPS)	Panneaux	Toitures, toitures terrasses, murs, isolation extérieure, combles habitables, sols, terre-plein, murs, complexe isolant extérieur
Polyuréthane (PUR)	Panneaux	Toitures, toitures terrasses, doublage des murs planchers sols, isolation extérieure
	Bombe	Tous travaux peu accessible, complément des autres isolants
Verre cellulaire	Panneaux, blocs	Toitures terrasses

L'isolant en vrac peut être injecté ou versé. S'il est versé, il en faut généralement plus que s'il est injecté pour atteindre la résistance thermique voulue. Il est utile pour compléter l'isolant existant entre les chevrons et aires fermées des cavités murales accessibles et pour remplir les fissures et les espaces irréguliers.

L'injection d'isolant en vrac nécessite habituellement les services d'un technicien compétent. Pour obtenir la valeur de R préconisée, le matériau doit être posé selon les instructions du fabricant.

Il faut se munir de vêtements protecteurs et d'équipement de sécurité pour la pose. Il est surtout important de suivre les instructions du fabricant.



Comment isoler ?

Isolation des murs des bâtiments existants

Les deux types de mur les plus courants sont les murs en agglo de 20 cm en béton et les murs en brique beaucoup moins importants en quantité.

Le pare-vapeur

Le pare-vapeur est indispensable. L'application d'une couche de peinture sur les plaques de plâtre intérieures peut servir de pare-vapeur, mais les détails autour des fenêtres, les prises de courant, planchers et autres ouvertures doivent être exécutés avec soin afin de réduire les plus possible les ponts thermiques. Le passage de l'air peut en effet entraîner la croissance de moisissures et la pourriture des murs, ainsi qu'une perte d'efficacité isolante.

L'isolant choisi doit avoir une bonne tenue au tassement dans le temps.

La méthodologie est la même.

Le pare-vapeur doit être placé sur la surface intérieure de l'isolant et il sera normalement constitué d'une membrane de polyéthylène de 6 mm.

Il peut être constitué par un film de polyéthylène, par les plaques de plâtre intérieures. Dans tous les cas, il doit être mis en œuvre avec soin afin d'être continu à toutes les ouvertures de passage.

L'ajout d'un isolant rigide (en panneaux) sur la surface extérieure réduit au minimum les ponts thermiques.

Vos murs sont-ils réguliers ou irréguliers ?

Les murs réguliers

Vous choisirez des isolants se présentant sous forme de panneaux de doublage thermo-acoustique, composés d'un parement de plaque de plâtre cartonné et d'une plaque d'isolant (laine minérale, végétale ou encore PSE ou polyuréthane). Si votre mur est totalement sain (absence de trace d'humidité), vous collerez votre plaque à l'aide d'un produit appelé mortier adhésif que vous aurez préparé au préalable : vous mettrez vos plots de mortier en quinconce, environ 24 plots par plaque, lesquelles sont ensuite prêtes à peindre ou à être revêtues.

En cas de risque d'humidité, privilégiez un complexe qui sera désolidarisé du mur et vissé sur une ossature. La lame d'air évitera tout risque d'humidité.

Les murs irréguliers

Deux possibilités s'offrent à vous, montage sur ossature ou derrière une contre-cloison :

- **Sur ossature** : vous glisserez votre panneau d'isolant entre deux ossatures, la deuxième ossature servira à visser le parement en plaques de plâtre. Vous pourrez passer vos gaines électriques si nécessaire.

- **Derrière une contre-cloison** : ce choix vous permettra de fixer ensuite des charges plus lourdes. Des panneaux sont collés sur le mur en dur et assemblés avec des bandes adhésives prévues à cet effet. Puis vous monterez une contre-cloison en briques, carreaux de plâtre ou béton cellulaire. Si vous vous trouvez dans une pièce humide, vous monterez ce mur sur une semelle.

Les murs mitoyens

Vous pourrez monter votre isolation sur une ossature bois ou métallique. Celle-ci sera posée sur une bande résiliente de manière à assurer une isolation parfaite à l'air mais aussi une isolation acoustique de grande qualité. Votre panneau ou votre rouleau sera fixé sur cette ossature, cela évitera la transmission des bruits par vibration. Puis vous visserez une plaque de plâtre de part et d'autre.

Isolation du vide sous toit

Le vide sous toit est souvent l'endroit le plus efficient pour ajouter de l'isolant. Habituellement, on peut projeter un isolant en vrac entre et par-dessus les solives de plafond, cependant les isolants en vrac ont tendance à se tasser dans le temps d'où une moindre efficacité. Il est facile d'appliquer des rangées d'isolant en matelas par-dessus l'isolant en place et perpendiculairement à ce dernier. Ce système est plus efficace. On envisagera une épaisseur d'au moins 300 mm voire plus si possible. Plus l'épaisseur est importante plus la résistance thermique l'est aussi. La RT 2005 actuellement en vigueur exige une résistance thermique minimale de $R = 3,68\ m^2.K/W$ et de $R = 4,83\ m^2.K/W$ minimum pour obtenir une performance apportant des économies d'énergies conséquentes.

Dans tous les cas de figure, le pare-vapeur mis en place au plafond doit être bien étanche afin que l'air chaud et humide de

la maison n'atteigne pas le vide sous toit, où c'est plus froid, et ne puisse causer de la condensation en hiver. Vérifiez les fuites d'air à la hauteur des plafonniers, de la partie supérieure des murs intérieurs et des ouvertures de passage comme les colonnes de ventilation.

Les comble aménagés

Dans ce cas de figure, on envisagera une isolation des pans du toit entre les chevrons. On utilisera des panneaux semi-rigides ou des rouleaux pour les isolants type laine minérale (laine de verre ou laine de roche). Si votre toit est doté d'une sous-toiture, on placera l'isolant contre celle-ci.

Pour éviter les problèmes de condensation et garantir une étanchéité à l'air, il est indispensable de poser un pare-vapeur du côté intérieur sur toute la surface en veillant à couvrir la totalité de cette sous-toiture pour éviter les ponts thermiques. On terminera par une finition intérieure de type plaques de plâtre ou panneaux de bois compressé. On fera de même avec des laines végétales ou encore des panneaux de cellulose, un peu plus chers à l'achat.

Pour les isolants en panneau de toiture composé de polystyrène, polyuréthane ou autres, appelés isolants synthétiques, l'écran d'étanchéité, par exemple le pare-vapeur, n'est pas nécessaire, dans la mesure où la matière isolante l'est. Néanmoins, on veillera à coller des bandes d'étanchéité ou à injecter de la mousse isolante entre les joints des panneaux ou éléments de charpente.

Chevrons réguliers

Trois possibilités s'offrent à vous : entre et sous les chevrons, entre et contre les chevrons et sous les chevrons.

Premier cas : si la hauteur de vos chevrons est égale ou supérieure à 8 cm, une couche de laine minérale ou végétale est

calée entre les chevrons ou sous les chevrons par agrafage, puis une seconde couche est déroulée ou placée en transversal et fixée par une ossature aux chevrons.

Deuxième cas : si votre charpente est composée de chevrons et de contre-chevrons, vous calerez une couche de laine entre les chevrons puis vous agraferez une seconde couche entre les contre-chevrons.

Troisième cas : vous déroulerez la laine en une couche sous les chevrons puis vous fixerez une ossature métallique tous les 50 cm.

Chevrons irréguliers

Deux possibilités s'offrent à vous : entre et sous les chevrons et sous les chevrons.

Premier cas : si la hauteur de vos chevrons est égale ou supérieure à 8 cm, une première couche de panneaux triangulaires est glissée entre les chevrons. Ceux-ci sont posés en quinconce pour corriger les irrégularités des espacements entre les chevrons. Puis vous pourrez dérouler une seconde couche d'isolant transversalement que vous maintiendrez grâce à des pattes de fixation si la couche n'est pas trop épaisse ou par une ossature métallique si celle-ci est plus importante.

Deuxième cas : vous déroulerez une couche de laine transversalement en sous-face des chevrons par embrochage au travers des suspentes puis vous clipserez la laine avec les ergots.

Les combles ne sont pas aménagés

On isolera directement sur le plancher, car les combles sont plus froids que le reste de la maison. Si votre plancher est en béton, vous disposerez des panneaux rigides de type polystyrène haute densité que vous recouvrerez ensuite de panneaux d'aggloméré ou de plancher bois.

Si vos combles ne sont pas utilisés du tout, vous déroulerez une laine minérale d'épaisseur 20 cm puis vous croiserez avec un second matelas de 20 cm de cette même laine minérale.

Si vous disposez déjà d'un plancher, vous pourrez combler l'espace entre le plafond et votre plancher par des flocons ou des granulés d'isolant. Un inconvénient : ils peuvent se tasser plus vite.

Si votre plancher n'est pas étanche à l'air, vous devrez alors placer un écran d'étanchéité avant de remplir l'espace plafond-plancher.

Les lambourdes[1] sur le plancher

Vous déverserez un isolant en vrac d'une couche suffisante sur toute la hauteur entre la lambourdes puis vous poserez un plancher ou des panneaux d'agglomérés sur les lambourdes. Si l'endroit est accessible, vous poserez des panneaux de laine avant de poser un plancher ou des panneaux d'aggloméré.

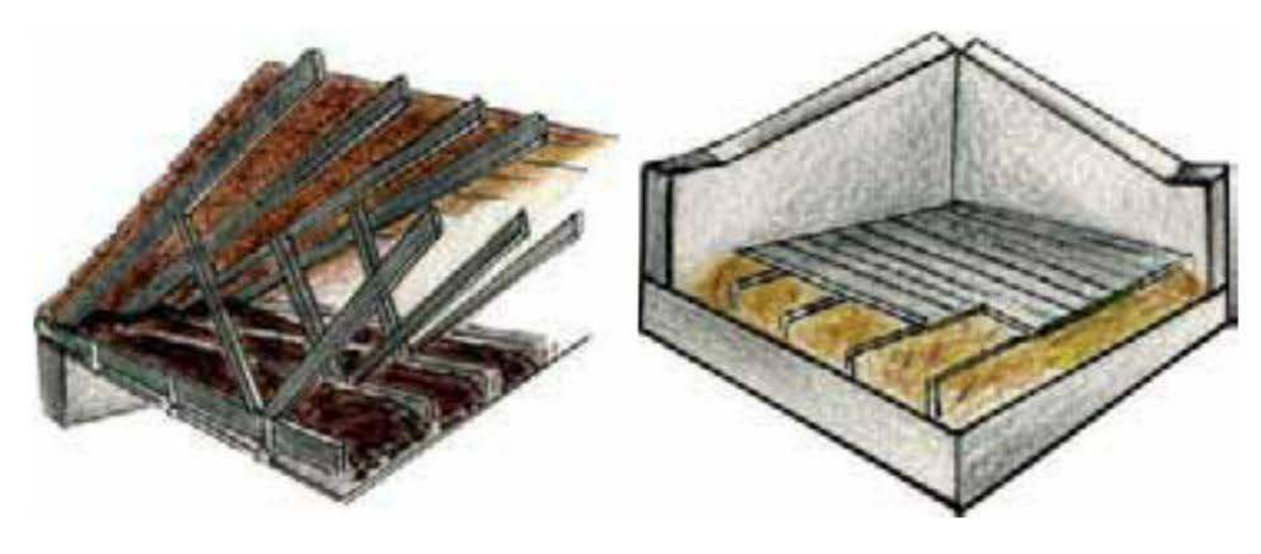


Fig. 5.1 – Isolation avec lambourdes

1. Pièce en bois de grande longueur, de quelques centimètres de section, clouée ou vissée par dessus les solives composant le plancher, destinée à recevoir le parquet ou les dalles de plancher en bois aggloméré.

Les solives[1]

Vous déverserez un isolant en vrac, déroulerez des rouleaux ou encore placerez des panneaux d'isolant suivant la facilité d'accès. Vous ferez attention qu'il n'y ait pas d'espace entre les solives et l'isolant. Vous clouerez ensuite un plancher en veillant à poser une bande isolante sur les solives de manière à avoir une meilleure performance acoustique.

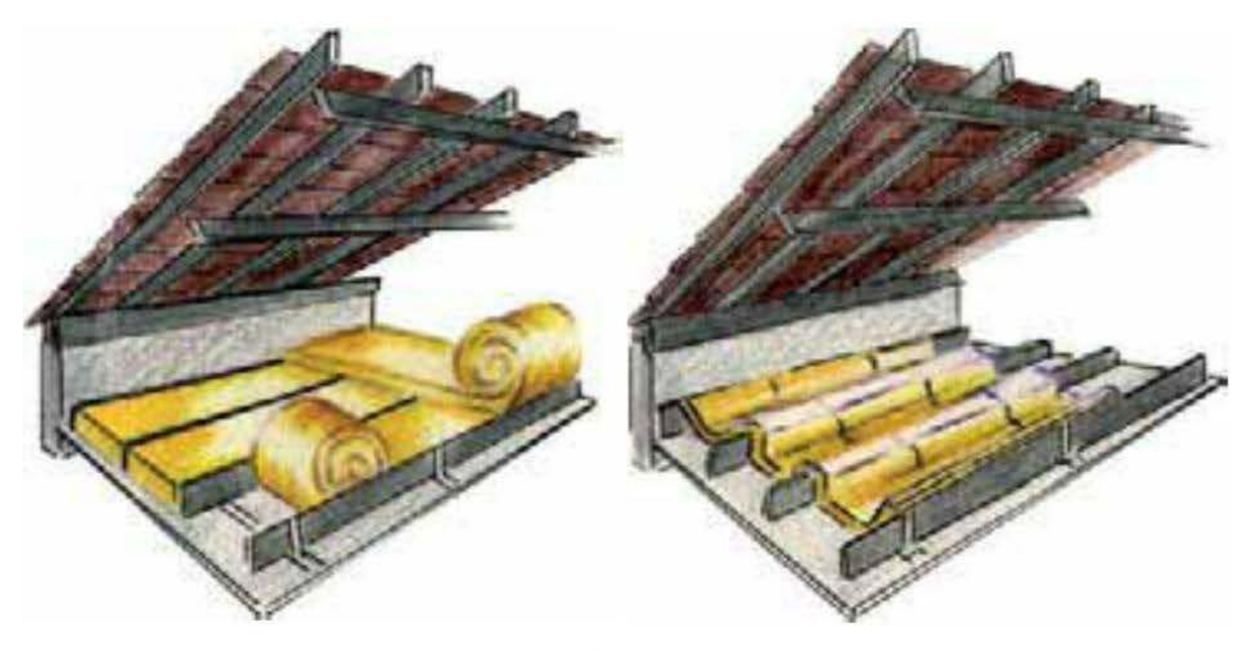


Fig. 5.2 – Isolation avec solives

Isolation de toiture inclinée

Avant toute isolation, vérifier l'état de vos rampants en particulier qu'il n'y a pas d'attaque de mérules (champignons), larves d'insectes, de vers… En cas de doute, traitez vos bois préventivement.

Le rôle de la sous-toiture est d'évacuer vers l'extérieur, l'eau ou la vapeur d'eau qui se serait indûment infiltrée à l'occasion de

1. Pièce de charpente placée horizontalement en appui sur les murs ou les poutres pour constituer le plancher d'une pièce.

conditions climatiques extrêmes telles que des pluies torrentielles, des chutes de neige poudreuses en présence de fort vent, des pluies verglaçant directement sur une couverture très froide… Ou lorsque la couverture devient défaillante, tuile brisée par exemple. Son rôle est aussi d'évacuer l'eau qui se serait condensée sur la face intérieure de la couverture et donc de protéger l'isolation.

En construction neuve, la sous-toiture est obligatoire en cas de couverture tuile, et conseillée en cas de couverture en ardoise.

Il est conseillé en cas de rénovation et non changement de la couverture, d'enlever la couverture puis les lattes et de poser un écran de sous-toiture avant de remettre le lattage et la couverture. On vérifiera que l'écran de sous-toiture arrive bien dans la gouttière.

Isolation de toiture plate

L'isolation des toitures plates demande une certaine expérience, c'est la raison pour laquelle, il est préférable de faire appel à un professionnel.

L'isolation par l'intérieur est à proscrire pour différentes raisons. Ce type de toiture est soumis aux chocs thermiques. Des moisissures pouvant entraîner ensuite une forme de pourriture peuvent apparaître entre l'isolant et le plancher faisant des dégâts irréversibles. On choisira donc l'isolation par l'extérieur.

Il existe trois types de techniques :

- la toiture chaude ;
- la toiture inversée ;
- la toiture combinée.

La toiture chaude

Il s'agit de placer un pare-vapeur sur la totalité de la toiture plate, puis de mettre un isolant rigide en polystyrène par exemple. L'épaisseur dépendra de la résistance thermique voulue mais sera d'au moins 20 cm, puis il s'agit de placer une nouvelle membrane d'étanchéité.

La toiture inversée

Il faut toujours enlever l'isolant existant avant d'en remettre un nouveau, car l'ajout d'un isolant sur un existant induirait des problèmes de condensation interne dans celui-ci avec les problèmes que l'on peut imaginer ensuite. Il s'agit de poser un isolant rigide (polystyrène extrudé), celui-ci sera lesté pour éviter qu'il ne s'envole. Cette technique est moins performante que celle de la technique chaude mais moins onéreuse en matière de mise en œuvre, l'entretien plus délicat, il faudra de plus augmenter l'épaisseur de l'isolant, mettre 25 cm au lieu de 20. Il est important de vérifier que votre toiture plate pourra supporter le poids du leste qui est en général du gravier.

La toiture combinée

Il s'agit en fait de placer une toiture inversée sur une toiture chaude. Il faut vérifier que la membrane d'étanchéité est en bon état et peut être réutilisée, d'où une économie. L'isolant existant est recouvert par la membrane d'étanchéité et le nouvel isolant, polystyrène extrudé, est placé sur celle-ci. On placera un pare-vapeur entre le plancher et le premier isolant. Il est bien sûr obligatoire de lester le tout pour éviter que le nouvel isolant ne s'envole. On privilégie cette technique lorsque des couches d'isolation très importantes sont nécessaires.

Vous pouvez ensuite mettre une membrane spécifique et effectuer une toiture végétalisée quelle que soit la technique employée.

Isolation du sous-sol

Les pertes thermiques

Les pertes thermiques par le sous-sol sont évaluées à 7 % en moyenne, mais cela peut aller bien au-delà et atteindre les 20 % dans certains cas. Le sous-sol est le siège de pertes de chaleur en raison de sa surface étendue et non isolée, au-dessus comme au-dessous du sol.

Le sol est un très mauvais isolant, car sa température, entre la surface et au moins deux mètres de profondeur, varie avec la température extérieure. En dessous de deux mètres, on considérera que la température est quasi-constante sur l'année, en plaine. Cela n'est pas vrai en altitude où le sol peut geler à des profondeurs plus importantes.

La majorité des sous-sols ne sont pas isolés, des améliorations peuvent être effectuées pour pallier cette déficience.

Les murs du sous-sol sont uniques, car ils doivent faire obstacle à d'importants mouvements d'humidité provenant tant de l'intérieur que de l'extérieur de la maison.

Comment isoler ?

L'isolation par l'extérieur

La méthode de prédilection, dans l'optique de la science du bâtiment, consiste à isoler le mur par l'extérieur au moyen de panneaux rigides convenant à la mise en œuvre en sous-sol tels que le polystyrène extrudé ou la fibre de verre rigide.

Il est utile d'isoler l'extérieur du sous-sol et de mettre en place un revêtement de protection contre l'humidité ainsi qu'un tuyau de drainage à la base des fondations. Les panneaux rigides de fibre de verre ou de laine minérale servent de couche de drainage qui éloigne des fondations les eaux de ruissellement et les eaux souterraines.

Les murs du sous-sol sont maintenus à la température ambiante pour protéger la structure, réduire le risque de condensation à l'intérieur et accroître le confort.

Cette façon de faire comporte toutefois des inconvénients puisqu'il faudra défaire l'aménagement paysager, recouvrir l'isolant hors-sol et dépenser des sommes assez importantes.

L'isolation par l'intérieur

Vous pouvez aussi isoler par l'intérieur. Il s'agit, au moment d'aménager le sous-sol, de placer des plaques d'isolant tel du polystyrène extrudé sur les murs périphériques. L'isolation par l'intérieur est avantageuse sur le plan du coût et de la facilité de mise en œuvre. Cette méthode présente toutefois les quelques inconvénients. En effet, les murs du sous-sol sont maintenant à la température du sol ou de l'extérieur. Toute exfiltration d'air humide intérieur entraînera de la condensation sur le mur. Habituellement, on applique un revêtement de protection contre l'humidité sur les murs de fondation et un pare-vapeur du côté intérieur. Il est donc peu probable que le mur puisse sécher s'il se mouille.

Isolation et humidité !

N'installez jamais de l'isolant intérieur dans un sous-sol présentant des problèmes d'humidité. Réglez les problèmes d'infiltration d'humidité avant de poser l'isolant.

Isoler le sol

Sur terre-plein *(sous chape)*

Si vous êtes en présence d'une dalle en béton traditionnelle, vous pourrez vous isoler du froid et de l'humidité. Vous poserez sur le sol, une ou deux couches de panneaux rigides d'isolant puis vous coulerez une dalle béton en ayant pris soin de dérouler un film plastique pour protéger l'isolant.

Coulez une chape de béton traditionnelle. Vous répartirez un hérisson de cailloux sur lequel vous répartirez 2 cm de sable puis un film polyéthylène. Puis, vous poserez en périphérie de dalle sur une largeur de 1 m une ou deux couches de panneaux d'isolant sur 4 cm d'épaisseur, un film polyéthylène sur l'ensemble et un treillis soudé ; enfin, vous coulerez le béton.

Sur vide-sanitaire

Vous vous retrouverez confronté à deux méthodes différentes suivant l'accessibilité de votre vide sanitaire.

Vide-sanitaire accessible

Collés une ou deux couches de panneaux rigides si la surface est régulière, si elle n'est pas régulière, vous les visserez. Veillez à ce que le vide sanitaire soit bien ventilé pour éviter les risques d'humidité.

Vide-sanitaire inaccessible

Lorsque le plancher hourdis béton n'est pas constitué d'entrevous en polystyrène qui lui servent d'isolant, vous coulerez une dalle de compression et sur celle-ci vous positionnerez un isolant sous chaque type PSE ou PU, ensuite, vous coulerez une chape.

Sur dalle

Collez des plaques de sol avec isolant résistant à la compression comme les PSE, XPS voire du polyuréthane. Puis coulez une chape ou une dalle flottante sur lesquels vous mettrez un revêtement de sol collé ou un mortier de scellement pour carrelage.

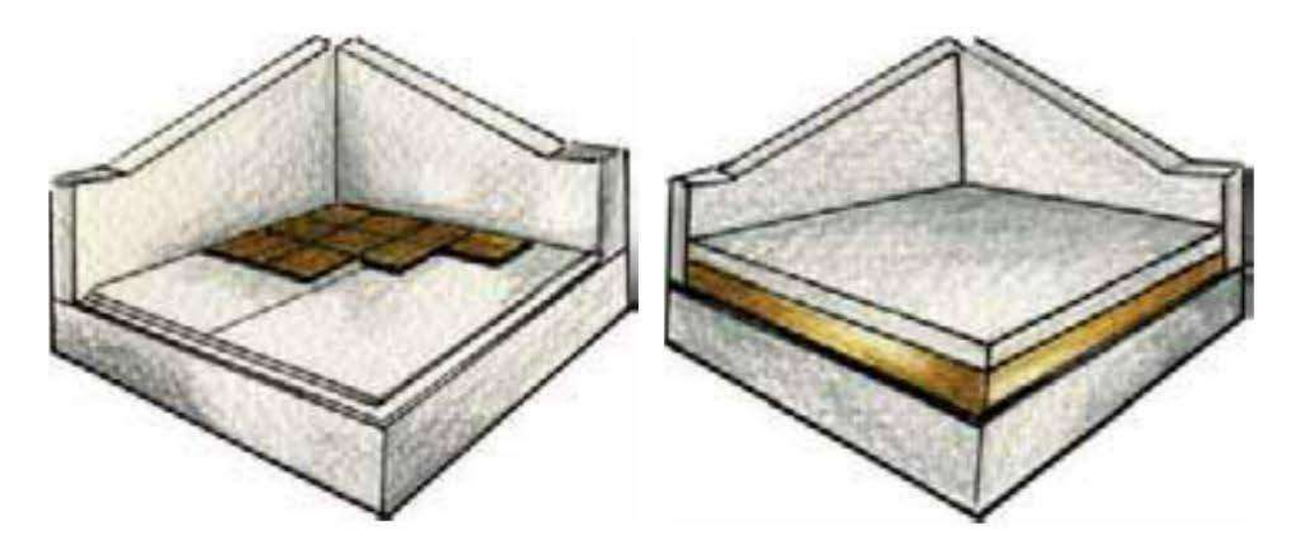


Fig. 5.3 – Isolation sur dalle

> **Isolation phonique sur dalle**
>
> Assemblez par collage deux plaques de sol avec isolant thermo-acoustique puis posez les sur le sol avec ou sans ragréage par granulat. Cela permettra de diminuer de manière significative les bruits d'impact et les bruits aériens.

Isolation et rentabilité

Un bon système d'isolation peut vous faire économiser de l'argent, réduire votre consommation d'énergie et rendre votre maison plus confortable. Rappelez-vous toutefois que l'installation est habituellement ce qui coûte le plus cher au moment d'effectuer les travaux. Les conditions climatiques locales ont aussi une incidence sur la rentabilité d'une telle opération.

Vous devrez évaluer les coûts ainsi que les pertes et les gains de chaleur de toutes les options possibles. Puis, passez en revue tous les détails de manière à bien maîtriser le mouvement de l'humidité. Vous pourrez alors choisir la bonne stratégie d'isolation. Dans le doute, consultez un spécialiste.

Il est habituellement rentable d'améliorer l'isolation d'une maison mal isolée. En construction neuve, il est logique de bien isoler le bâtiment pour ne pas avoir à recommencer plus tard ou, mieux encore, d'utiliser des matériaux auto-isolants. Le meilleur résultat (baisse des consommations de chauffage, diminution des phénomènes de condensation, et augmentation du confort) sera obtenu en traitant de façon équilibrée les parois (toit, mur, sols). Trois ordres de grandeur à respecter quel que soit le type de construction (neuf ou réhabilitation) :

- toit : R = 6 m^2K/W
- mur : R = 3 m^2K/W
- sol : R = 3 m^2K/W

L'isolation du toit des parois comme du sol permet de réduire considérablement les émissions de gaz à effet de serre du fait d'une très forte diminution de la consommation de chauffage jusqu'à – 80 % par rapport à une maison non isolée et ce, quel que soit l'isolant employé.



Retrouvez l'intégralité des textes de lois et de la RT 2005 sur le site du Ministère de l'équipement : www.equipement.gouv.fr

RT 2005 (partie relative à l'isolation) texte complet sur www.legifrance.gouv.fr

Arrêté du 24 mai 2006 relatif aux caractéristiques thermiques des bâtiments nouveaux et des parties nouvelles de bâtiments

NOR : SOCU0610625A

TITRE Ier

DÉFINITIONS

Art. 1er. – Le présent arrêté a pour objet de déterminer les modalités d'application des règles édictées à l'article R. 111-20 du code de la construction et de l'habitation.

Les dispositions du présent arrêté ne s'appliquent pas :

- aux bâtiments et parties de bâtiment dont la température normale d'utilisation est inférieure ou égale à 12 °C ;
- aux constructions provisoires prévues pour une durée d'utilisation de moins de deux ans ;
- aux bâtiments d'élevage ainsi qu'aux bâtiments ou parties de bâtiments qui, en raison de contraintes liées à leur usage, doivent garantir des conditions particulières de température, d'hygrométrie ou de qualité de l'air et nécessitant de ce fait des règles particulières.

Art. 2. – Huit zones climatiques H1a, H1b, H1c, H2a, H2b, H2c, H2d, H3 sont définies en annexe I du présent arrêté.

Trois classes d'exposition des bâtiments au bruit des infrastructures de transport BR1, BR2 et BR3 sont définies et déterminées selon les modalités de l'annexe II du présent arrêté.

Art. 3. – Les termes nécessaires à la compréhension du présent arrêté sont définis en annexe III.

Art. 4. – La consommation conventionnelle d'énergie d'un bâtiment pour le chauffage, la ventilation, le refroidissement, la production d'eau chaude sanitaire et l'éclairage des locaux s'exprime sous la forme d'un coefficient exprimé en kWh/m^2 d'énergie primaire, noté Cep. La surface prise en compte est égale à la surface de plancher hors oeuvre net au sens de l'article R. 112-2 du code de l'urbanisme.

Ces coefficients sont calculés annuellement en adoptant des données climatiques conventionnelles pour chaque zone climatique, selon les modalités de calcul définies dans la méthode de calcul Th-C-E approuvée par un arrêté du ministre chargé de la construction et de l'habitation et du ministre chargé de l'énergie.

…

Art. 5. – La température intérieure conventionnelle atteinte en été, notée Tic, est la valeur maximale horaire en période d'occupation de la température opérative ; pour le résidentiel, la période d'occupation considérée est la journée entière. Elle est calculée en adoptant des données climatiques conventionnelles pour chaque zone climatique.

Les modalités de calcul de Tic sont définies dans la méthode de calcul Th-C-E approuvée par un arrêté du ministre chargé de la construction et de l'habitation et du ministre chargé de l'énergie.

Art. 6. – Le maître d'ouvrage doit pouvoir justifier toute valeur utilisée comme donnée d'entrée du calcul de Cep, ou de Tic telle que définie dans la méthode de calcul Th-C-E.

La justification de la valeur des caractéristiques thermiques des produits peut être apportée par référence aux normes ou agréments techniques européens lorsque les produits sont soumis à l'application du décret n° 92-647 du 8 juillet 1992 modifié concernant l'aptitude à l'usage des produits de construction, les produits étant identifiés dans ce cas par l'apposition du marquage CE.

La valeur de la perméabilité à l'air du bâtiment dans son ensemble peut être justifiée en adoptant une démarche de qualité de l'étanchéité à l'air selon les modalités définies dans l'annexe VII.

À défaut de pouvoir justifier une valeur de la caractéristique thermique d'un produit, la valeur à utiliser est précisée dans la méthode de calcul Th-C-E.

Art. 7. – Lorsque les normes européennes ne sont pas encore publiées, les caractéristiques des produits peuvent être justifiées par référence aux normes françaises ou équivalentes.

Pour les produits en provenance de la Communauté européenne et des pays AELE parties contractantes de l'accord EEE, la justification des caractéristiques des produits peut être apportée par référence à :

- une norme internationale dont l'application est autorisée dans l'un de ces pays ;
- une norme ou un code de bonne pratique émanant d'un organisme de normalisation national ou d'une entité équivalente de l'une des parties contractantes de l'accord EEE, légalement suivis dans celle-ci ;
- une règle technique d'application obligatoire pour la fabrication, la commercialisation ou l'utilisation dans l'un de ces pays ;
- un procédé de fabrication traditionnel, novateur ou légalement suivi dans une des parties contractantes de l'accord EEE, qui fait l'objet d'une documentation technique suffisamment détaillée pour que le produit puisse être évalué pour l'application indiquée.

Art. 8. – On distingue deux catégories de locaux relativement au confort d'été et au refroidissement :

- les locaux, dits de catégorie CE1, pour lesquels les consommations de référence liées au refroidissement sont nulles et qui doivent respecter les exigences de l'article 9-1 (3°) ;
- les autres locaux, dits de catégorie CE2, pour lesquelles les consommations de référence liées au refroidissement sont calculées selon les valeurs de référence du titre II. Ces locaux ne sont pas soumis aux exigences de confort d'été.

Les catégories CE1 et CE2 sont définies en annexe III.

Art. 9. – 1. Est considéré comme satisfaisant à la présente réglementation thermique tout bâtiment neuf pour lequel le maître d'ouvrage est en mesure de montrer que sont respectées simultanément les conditions suivantes :

1. Le coefficient Cep du bâtiment est inférieur ou égal au coefficient de référence de ce bâtiment, noté « Cepréf », déterminé sur la base des caractéristiques thermiques de référence données dans le titre II du présent arrêté.

Toutefois, jusqu'au 31 décembre 2007, le coefficient Cep des bâtiments autres que d'habitation de catégorie CE1 climatisés est inférieur ou égal au coefficient de référence de ce bâtiment, calculé en le considérant de catégorie CE2, diminué de 10 %.

2. Pour les bâtiments à usage d'habitation pour lesquels plus de 90 % de la surface est chauffée par une énergie autre que le bois, la consommation conventionnelle d'énergie pour le chauffage, le refroidissement et la production d'eau

chaude sanitaire exprimée en kWh/m^2 d'énergie primaire est inférieure ou égale à un coefficient maximal Cepmax, déterminé selon les modalités précisées dans le titre II du présent arrêté ;

3. Pour les zones ou parties de zones de catégories CE1 et pour chacune des zones du bâtiment définies par son usage, la température Tic est inférieure ou égale à la température intérieure conventionnelle de référence de la zone notée « Ticréf » et déterminée sur la base des caractéristiques thermiques de référence données dans le titre II du présent arrêté. Cette exigence peut également être satisfaite en considérant chacune des parties de zones du bâtiment pour lesquelles sont calculées tour à tour Tic et Ticréf. Si le calcul conduit à une valeur de Ticréf inférieure à 26 °C, Ticréf est alors égale à 26 °C.

4. Les caractéristiques de l'isolation thermique des parois, des baies, des équipements de chauffage, de ventilation, d'eau chaude sanitaire, de refroidissement, d'éclairage et des protections solaires sont au moins égales aux caractéristiques thermiques minimales définies au titre III du présent arrêté.

5. Sont réputés respecter la réglementation les bâtiments dont les produits de construction et leurs mises en oeuvre sont conformes aux procédés et solutions techniques, approuvées dans les conditions décrites au titre IV du présent arrêté.

Art. 10. – 1. À l'exception des bâtiments dont les produits de construction et leurs mises en oeuvre sont conformes aux procédés et solutions techniques, le maître d'ouvrage doit pouvoir fournir toutes les données utilisées pour les calculs aux personnes habilitées au titre de l'article L. 151-1 du code de la construction et de l'habitation par voie électronique selon le modèle défini dans la méthode de calcul Th-C-E.

2. Le maître d'ouvrage d'un bâtiment soumis à l'article L. 134-2 du code de la construction et de l'habitation doit pouvoir fournir une synthèse d'étude thermique selon les modalités précisées en annexe VI.

Cette synthèse doit être fournie au plus tard à l'achèvement des travaux.

TITRE II

CARACTÉRISTIQUES THERMIQUES DE RÉFÉRENCE

CHAPITRE Ier – Caractéristiques thermiques du bâti

Section 1 – Inertie

Art. 11. – L'inertie quotidienne de référence est une inertie moyenne au sens de la méthode de calcul

Th-C-E. L'inertie séquentielle de référence est une inertie très légère au sens de la méthode de calcul Th-C-E.

Section 2 – Surfaces et orientation des parois

Art. 12. – Pour le calcul de Ticréf, les surfaces des baies de référence sont celles du projet. Pour le calcul de Cepréf, les surfaces des baies de référence sont les suivantes :

1. Pour les bâtiments d'habitation ou parties de bâtiments à usage d'habitation, la surface des baies prise en référence est égale à 1/6 de la surface habitable au sens de l'article R. 111-2 du code de la construction et de l'habitation et la surface de baies supérieure à ce seuil est considérée comme une surface de parois opaques verticales.

2. Pour les bâtiments ou parties de bâtiments à usage autre que d'habitation, la surface totale des baies verticales prise en référence est égale à la surface totale des baies verticales. Toutefois, lorsqu'elle est supérieure à 50 % de la surface de façade, on la considère égale à 50 % de cette dernière. Pour les bâtiments ou parties de bâtiments à usage d'hébergement ou à usage sanitaire avec hébergement, lorsqu'elle est inférieure à 20 % de la surface de façade on la considère égale à 20 % de cette dernière. La surface de façade considérée est égale à la somme des surfaces des parois verticales en contact avec l'extérieur ou avec un local non chauffé.

La surface des baies horizontales de référence a pour limite maximale 10 % de la surface totale des planchers hauts.

Les surfaces dépassant les seuils maximaux sont considérées comme des parois opaques et viennent s'ajouter à celles-ci. De même les surfaces inférieures aux seuils minimaux sont considérées comme des baies et viennent s'ajouter à celles-ci.

Art. 13. – Pour le calcul de Ticréf, les orientations des baies de référence sont celles du projet. Pour le calcul de Cepréf, les orientations des baies de référence sont les suivantes :

Pour les maisons individuelles, les baies sont verticales et orientées pour 20 % au nord, 20 % à l'est, 20 % à l'ouest et 40 % au sud.

Pour les autres bâtiments d'habitation, les baies sont verticales et réparties également sur les quatre orientations.

Pour les autres bâtiments, les baies verticales sont réparties également sur les quatre orientations.

Art. 14. – Les masques lointains pris en référence ont une hauteur au-dessus de l'horizon de 20 degrés. Les masques proches pris en référence sont nuls.

CHAPITRE II – Isolation thermique

Art. 15. – Les déperditions thermiques d'un bâtiment par transmission à travers les parois et les baies sont caractérisées par le coefficient moyen de déperdition par les parois et les baies du bâtiment, appelé Ubât, exprimé en W/(m^2.K), et déterminé dans la méthode de calcul Th-C-E.

Art. 16. – La valeur du coefficient Ubât prise en référence, appelé « coefficient moyen de référence de déperdition par les parois et les baies du bâtiment », noté « Ubât-réf », s'exprime sous la forme suivante :

a1.A1 + a2.A2 + a3.A3 + a4.A4 + a5.A5 + a6.A6 + a7.A7 + a8.L8 + a9.L9 + a10.L10

A1 + A2 + A3 + A4 + A5 + A6 + A7

avec :

A1 : surface des parois verticales opaques, y compris les parois verticales des combles aménagés et les surfaces projetées des coffres de volets roulants non intégrés dans la baie, à l'exception des surfaces opaques prises en compte dans A5, A6 et A7 ;

A2 : surface des planchers hauts et toitures autres que ceux pris en compte en A3 ;

A3 : surface des planchers hauts donnant sur l'extérieur en béton ou en maçonnerie pour tout bâtiment, et surface des planchers hauts à base de tôles métalliques nervurées des bâtiments non résidentiels ;

A4 : surface des planchers bas ;

A5 : surface des portes, exception faite des portes entièrement vitrées ;

A6 : surface des fenêtres, des portes entièrement vitrées, des portes-fenêtres et des parois transparentes ou translucides des bâtiments non résidentiels ;

A7 : surface des fenêtres, des portes entièrement vitrées, des portes-fenêtres ou des parois transparentes et translucides des bâtiments résidentiels ;

L8 : linéaire de la liaison périphérique des planchers bas avec un mur ;

L9 : linéaire de la liaison périphérique des planchers intermédiaires ou sous comble aménageable avec un mur ;

L10 : linéaire de la liaison périphérique avec un mur des planchers hauts en béton, en maçonnerie ou à base de tôles métalliques nervurées.

Les surfaces prennent en compte les spécifications de l'article 12.

Pour les bâtiments d'habitation, la valeur de a7 correspond à des baies avec fermeture.

Pour les vitrines et portes d'entrée servant à l'accès du public dans les bâtiments à usage autre que d'habitation, les lanterneaux, les exutoires de fumée et les ouvrants-pompier, le coefficient a6 est pris égal à 5,8 W/(m.K).

Pour les bâtiments autres que les maisons individuelles, et jusqu'au 31 décembre 2007 les coefficients a9 et a10 sont pris égaux à 0,7.

Perméabilité à l'air

Art. 20. – La perméabilité à l'air sous 4 Pa de l'enveloppe extérieure d'un bâtiment prise en référence et rapportée à la surface de l'enveloppe est fixée de la manière suivante :

- 0,8 $m^3/(h.m^2)$ pour les maisons individuelles ;
- 1,2 $m^3/(h.m^2)$ pour les autres bâtiments d'habitation, ou à usage de bureaux, d'hôtellerie, de restauration et d'enseignement ainsi que les établissements sanitaires ;
- 2,5 $m^3/(h.m^2)$ pour les autres usages.

Pour les bâtiments comportant des zones d'usages différents, la valeur de référence est calculée en moyenne pondérée par les surfaces utiles des zones telles que définies dans la méthode de calcul Th-C-E.

La surface de l'enveloppe considérée dans le présent article est la somme des surfaces prises en compte pour le calcul de Ubât-réf, en excluant les surfaces des planchers bas (A4).

CHAPITRE V – Ventilation

Art. 21. – Le système de ventilation de référence est tel que le même air extérieur sert à ventiler successivement les locaux contigus ou séparés uniquement par des circulations, dans la limite des réglementations en vigueur.

Art. 22. – Pour les locaux d'habitation, le système de référence est un système par extraction d'air prenant l'air directement à l'extérieur dont la somme des modules des entrées d'air est égale à 90 % de la valeur du débit maximal résultant des réglementations d'hygiène.

Les débits à reprendre sont égaux aux débits minimaux résultant des réglementations d'hygiène majorés des coefficients de dépassement prenant en compte les incertitudes liées à la caractérisation des bouches et aux fuites du réseau aéraulique Cd égal à 1,1 et Cfres égal à 1,05.

Les bouches d'extraction situées en cuisine sont à deux débits et équipées d'un dispositif manuel de gestion du débit. Les autres bouches sont à débit fixe.

Les puissances de référence des ventilateurs Pventref sont de 0,25 watt par mètre cube et par heure de débit d'air. Cette valeur est portée à 0,40 si le système installé est muni d'un filtre à l'insufflation de classe F5 à F9.

Les puissances sont calculées pour les débits d'hygiène majoré de 10 %.

Art. 23. – Pour les locaux d'habitation chauffés par effet Joule, le système de ventilation de référence est un système de modulation des débits de ventilation permettant de réduire de 25 % les déperditions énergétiques dues à la ventilation spécifique, calculées sur la base des articles 21 et 22.

Pour les autres locaux d'habitation, le système de ventilation de référence est un système de modulation des débits de ventilation ou de récupération de chaleur permettant de réduire de 10 % les déperditions énergétiques dues à la ventilation spécifique calculées sur la base des articles 21 et 22.

Pour tous ces locaux, l'impact de la réduction des débits extraits sur le débit traversant due aux défauts d'étanchéité est pris en compte dans le calcul.

Art. 24. – Pour les locaux à usage autre que d'habitation, le système de référence est un système par insufflation et extraction d'air sans échangeur de chaleur et sans préchauffage d'air neuf et dont les débits entrant et sortant sont égaux. Les débits à reprendre sont égaux aux débits minimaux résultant des d'hygiène majorés des coefficients de dépassement prenant en compte les incertitudes liées à la caractérisation des bouches et aux fuites du réseau aéraulique Cd égal à 1,25 et Cfres égal à 1,05.

Pour les locaux servant à réunir de façon intermittente des personnes, tels que définis en annexe III, le coefficient de réduction des débits Crdnr de référence est égal à 0,5.

Les puissances de référence des ventilateurs de soufflage et des ventilateurs d'extraction Pventref sont de 0,30 watt par mètre cube et par heure de débit d'air pour chaque type de ventilateur. Cette valeur est portée à 0,45 pour les ventilateurs de soufflage si le système installé est muni d'un filtre à l'insufflation de classe F5 à F9.

Les puissances sont calculées pour les débits d'hygiène majorés de 10 %.

TITRE III

CARACTÉRISTIQUES THERMIQUES MINIMALES

CHAPITRE Ier – Isolation thermique

Art. 38. – Chaque paroi d'un local chauffé ou considéré comme tel, dont la surface est supérieure ou égale à 0,5 mètre carré, donnant sur l'extérieur, sur un volume non chauffé ou est en contact avec le sol, doit avoir un coefficient de transmission thermique U, exprimé en W/(m^2.K), inférieur ou égal à la valeur maximale donnée dans le tableau suivant.

Sont exclus de ces exigences :

- les verrières ;
- les vitrines et les baies vitrées avec une fonction particulière (anti-explosion, anti-effraction, désenfumage) ;
- les portes d'entrée entièrement vitrées et donnant accès à des locaux recevant du public ;
- les lanterneaux, les exutoires de fumée et les ouvrants-pompier ;
- les parois translucides en pavés de verre ;
- les toitures prévues pour la circulation des véhicules.

PAROIS COEFFICIENT U MAXIMAL

Murs en contact avec l'extérieur ou avec le sol : 0,45

Murs en contact avec un volume non chauffé : 0,45/b (*)

Planchers bas donnant sur l'extérieur ou sur un parking collectif : 0,36

Planchers bas donnant sur un vide sanitaire ou sur un volume non chauffé : 0,40

Planchers hauts en béton ou en maçonnerie, et toitures en tôles métalliques étanchées : 0,34

Planchers hauts en couverture en tôles métalliques : 0,41

Autres planchers hauts : 0,28

Fenêtres et portes-fenêtres prises nues donnant sur l'extérieur : 2,60

PAROIS COEFFICIENT U MAXIMAL

Façades rideaux : 2,60

Coffres de volets roulants : 3,0

(*) b étant le coefficient de réduction des déperditions vers les volumes non chauffés, défini dans la méthode de calcul de Ubât.

En maison individuelle, le coefficient maximal pour chaque type de paroi du tableau précédent peut être majoré de :

- 0,1 W/(m^2.K) pour une surface maximale de 5 % des parois opaques de même type donnant sur l'extérieur ;
- 0,1 W/(m^2.K) pour une surface maximale de 10 % de l'ensemble des fenêtres et des portes fenêtres.

Le coefficient U maximal pris en compte pour les fenêtres et les portes-fenêtres est celui correspondant à la position verticale.

Les planchers sur terre-plein des locaux chauffés ou considérés comme tels doivent être isolés au moins à toute leur périphérie par un isolant de résistance thermique supérieure ou égale à 1,7 m^2.K/W :

- pour les dallages de surface supérieure ou égale à 500 mètres carrés et dallages des bâtiments industriels, si l'isolation est placée en périphérie, elle peut l'être verticalement sur une hauteur minimale de 0,5 mètre ;
- pour les autres dallages, si l'isolation est horizontale ou verticale, sa largeur ou hauteur minimale est de 1,20 mètre.

Art. 39. – Le coefficient de déperditions par les parois et les baies du bâtiment (Ubât) ne peut excéder le coefficient maximal de déperditions de base par les parois et les baies du bâtiment, noté « Ubât-max » déterminé selon l'usage du bâtiment et le coefficient de déperditions de base par les parois et les baies du bâtiment, noté « Ubât-base » :

- maisons individuelles : $U_{\text{bât-max}} = U_{\text{bât-base}} \times 1{,}20$;
- autres bâtiments d'habitation : $U_{\text{bât-max}} = U_{\text{bât-base}} \times 1{,}25$;
- autres bâtiments : $U_{\text{bât-max}} = U_{\text{bât-base}} \times 1{,}50$.

Le coefficient $U_{\text{bât-base}}$ est calculé selon la formule de l'article 16 mais sans prise en compte des valeurs de référence des surfaces de baies définies à l'article 12. Les surfaces des baies, des parois opaques et les linéaires de liaison sont donc celles du projet.

Art. 40. – Les parois séparant des parties de bâtiment à usage d'habitation de parties de bâtiments à usage autre que d'habitation doivent présenter un coefficient de transmission thermique U de la paroi qui ne peut excéder 0,50 W/(m^2.K) en valeur moyenne.

Art. 41. – Le coefficient de transmission thermique linéique moyen du pont thermique dû à la liaison de deux parois, dont l'une au moins est en contact avec l'extérieur, ne peut excéder les valeurs indiquées ci-après :

- pour les maisons individuelles : 0,65 W/(m.K). Toutefois cette valeur est portée à 0,75 W/(m.K) jusqu'au 31 décembre 2007 ;
- pour les autres bâtiments à usage d'habitation : 1,0 W/(m.K) ;
- pour les bâtiments à usage autre que d'habitation : 1,2 W/(m.K) ; Toutefois cette valeur est portée à 1,35 W/(m.K) jusqu'au 31 décembre 2007, et, pour les liaisons avec des planchers hauts à base de tôles métalliques nervurées, à 2 W/(m.K) jusqu'au 31 décembre 2006.

Les valeurs à considérer sont les moyennes pondérées par les longueurs pour chacun des linéaires L_8, L_9 et L_{10}.

Crédit d'impôt énergie
(texte complet sur www.legifrance.gouv.fr)

N° 147 du 1er SEPTEMBRE 2005

Credit d'impôt pour dépenses d'équipements de l'habitation principale en faveur des économies d'energie et du développement durable. Art. 90 de la Loi de finances pour 2005 (LOI n° 2004-1484 du 30 décembre 2004)

(C.G.I., art. 200 quater)

NOR : BUD L 05 00171 J

Matériaux d'isolation thermique et appareils de régulation de chauffage :

Matériaux d'isolation thermique. L'acquisition de matériaux d'isolation thermique des parois opaques et vitrées, les volets isolants et le calorifugeage de tout ou partie d'une installation de production ou de distribution de chaleur ou d'eau chaude sanitaire ouvrent droit au crédit d'impôt.

L'arrêté ministériel du 9 février 2005 codifié sous l'article 18 bis de l'annexe IV au code général des impôts (cf. annexe 2 à la présente instruction) fixe la liste limitative des matériaux éligibles et les critères de performance.

Section 3 : Taux

Taux applicable. Le crédit d'impôt est, dans la limite de la base définie aux n° **30** et s., égal à 25 % du montant correspondant au prix d'acquisition, selon le cas, de la chaudière à condensation, du matériau d'isolation thermique ou de l'appareil de régulation de chauffage ;

Section 4 : Fait générateur du crédit d'impôt

A. Chaudières, matériaux d'isolation thermique et appareils de régulation du chauffage

Paiement de la dépense. Le fait générateur du crédit d'impôt est constitué par la date du paiement de la dépense à l'entreprise qui a réalisé les travaux.

Le versement d'un acompte, notamment lors de l'acceptation du devis, ne peut être considéré comme un paiement pour l'application du crédit d'impôt. Le paiement est considéré comme intervenu lors du règlement définitif de la facture.

Un devis, même accepté, ne peut en aucun cas être considéré comme une facture.

Ainsi, pour une somme payée en 2005 à titre d'acompte sur une facture émise en décembre 2005 et dont le solde est payé en janvier 2006, le contribuable sera en droit de prétendre, toutes autres conditions étant par ailleurs remplies, à un crédit d'impôt au titre de l'année d'imposition des revenus de 2006 pour l'ensemble de la dépense supportée.

Paiement par l'intermédiaire d'un tiers. En cas de paiement par l'intermédiaire d'un tiers (syndic de copropriété notamment), le fait générateur du crédit d'impôt est constitué, non pas par le versement à ce tiers des appels de fonds par le contribuable mais par le paiement par ce tiers du montant des travaux à l'entreprise qui les a effectués.

Il appartient, dans ces conditions, aux syndics de copropriété de fournir aux contribuables une attestation ou tout autre document établissant formellement la date du paiement

Section 5 : Imputation et restitution du crédit d'impôt

Imputation du crédit d'impôt. Le crédit d'impôt s'impute sur le montant de l'impôt sur le revenu dû au titre de l'année au cours de laquelle le fait générateur du crédit d'impôt est intervenu. Cette imputation s'effectue après celle :

- des réductions d'impôt mentionnées aux articles 199 quater B à 200 bis du CGI ;
- des autres crédits d'impôt et des prélèvements ou retenues non libératoires dont les modalités d'imputation sont prévues par les articles 199 ter à 199 quater A du CGI.

Restitution du crédit d'impôt. Si le crédit d'impôt excède l'impôt dû, l'excédent est restitué au contribuable. La somme à restituer est égale, selon le cas, à l'excédent du crédit d'impôt sur le montant de l'impôt dû par le bénéficiaire ou à la totalité du crédit d'impôt lorsque le contribuable n'est pas imposable.

La restitution est effectuée d'office, au vu de la déclaration d'ensemble des revenus (n° 2042), que le contribuable, même non imposable, doit nécessairement souscrire dans le délai légal pour pouvoir bénéficier de l'avantage fiscal. Elle est effectuée par virement sur le compte bancaire ou le compte chèque postal du contribuable si l'administration a connaissance de son identité bancaire ou postale. A défaut, elle est effectuée au moyen d'un chèque sur le Trésor.

La restitution n'est pas opérée lorsqu'elle est inférieure à 8 euros (CGI, art. 1965 L).

Justification des dépenses – Sanctions applicables

Section 1 : Justification des dépenses

A. Logements achevés

Présentation des factures. Le crédit d'impôt est accordé sur présentation des factures des entreprises qui doivent comporter, outre les mentions obligatoires prévues, par application de l'article 289 du code général des impôts, à l'article 242 nonies A de l'annexe II au même code :

- l'adresse de réalisation des travaux ;
- la nature des travaux. En cas de travaux de natures différentes réalisés par la même entreprise, la facture ou l'attestation, selon le cas, doit comporter le détail précis et chiffré des différentes catégories de travaux effectués permettant d'individualiser d'une part, les équipements ouvrant droit au crédit d'impôt, d'autre part, ceux exclus du champ de cet avantage fiscal. En outre, à la demande des services fiscaux, les contribuables doivent fournir tout document permettant d'apprécier la nature et la consistance des travaux exécutés ;
- la désignation et le prix unitaire des équipements, matériaux ou appareils éligibles ;
- le cas échéant, les normes et critères techniques de performance mentionnés dans l'arrêté du 9 février 2005 et codifié sous l'article 18 bis de l'annexe IV au code général des impôts ;
- le cas échéant, la date du paiement de la somme due au principal et, selon le cas, des différents paiements dus au titre d'acomptes.

B. Logements neufs

Équipements de production d'énergie utilisant une source d'énergie renouvelable et pompes à chaleur spécifiques. Lorsque les équipements de production d'énergie utilisant une source d'énergie renouvelable et les pompes à chaleur spécifiques s'intègrent à un logement que le contribuable acquiert neuf ou en état futur d'achèvement, le crédit d'impôt est accordé sur présentation de l'attestation fournie par le vendeur du logement qui doit comporter, outre le nom et l'adresse du vendeur du logement et de l'acquéreur, l'adresse du logement auquel s'intègrent les équipements ainsi que la désignation et le montant de ces équipements.

L'amende fiscale prévue par l'article 1740 quater du code général des impôts est applicable aux attestations qui comportent des mentions fausses ou de complaisance ou qui dissimulent l'identité du bénéficiaire.

Travaux de natures différentes. Il est par ailleurs rappelé qu'en cas de travaux de natures différentes réalisés par la même entreprise, la facture doit comporter le détail précis et chiffré des différentes catégories de travaux effectués permettant d'individualiser d'une part, les équipements ouvrant droit au crédit d'impôt,

d'autre part, ceux exclus du champ de cet avantage fiscal (DB 5 B 342, n° 54, édition à jour au 23 juin 2000).

Tel est nécessairement le cas pour la facture émise par le constructeur lorsque les équipements de production d'énergie utilisant une source d'énergie renouvelable ou les pompes à chaleur spécifiques s'intègrent à un logement que le contribuable fait construire.

C. Cas particuliers

Dépenses mises à la charge du locataire. Lorsque des dépenses sont mises par un propriétaire à la charge du locataire, ce dernier doit produire une copie de la facture établie au nom du propriétaire ainsi qu'une attestation de celui-ci indiquant le montant des dépenses d'équipements, matériaux ou appareils mises à la charge du locataire.

Pluralité de contribuables. Lorsque des personnes non soumises à imposition commune vivant dans un même logement constituant leur habitation principale commune demandent à bénéficier du crédit d'impôt, la facture doit comporter, en plus des indications ci-dessus, l'identité de chacune de ces personnes ainsi que, le cas échéant, la quote-part de la dépense payée par chacune d'elles.

Chaudières remplacées dans le cadre d'un contrat comportant une clause de garantie totale. Pour le bénéfice du crédit d'impôt, le contribuable est tenu de présenter une attestation établie par le prestataire qui a procédé au remplacement de la chaudière (voir n° s **33.** et **51.**). Cette attestation doit mentionner outre les mentions obligatoires prévues, par application de l'article 289 du code général des impôts, à l'article 242 nonies A de l'annexe II au même code :

- l'adresse de réalisation des travaux ;
- la nature des travaux ;
- la désignation précise et le prix unitaire des équipements éligibles ;
- les références précises du contrat de prestation incluant la clause de garantie totale à l'origine du remplacement de l'équipement et précisant le montant de la part des redevances affectées.

D. Défaut de justificatifs

Le second alinéa du 6 de l'article 200 quater du CGI prévoit expréssement que, lorsque le bénéficiaire du crédit d'impôt n'est pas en mesure de produire une facture ou une attestation mentionnant les caractéristiques et les critères de performances conformément à l'arrêté du 9 février 2005 (voir annexe 2 à la présente instruction), l'avantage fiscal fait l'objet, au titre de l'année d'imputation et dans la limite du crédit d'impôt obtenu, d'une reprise égale à 15 %, 25 % ou 40 % de la dépense non justifiée, selon le taux qui a été appliqué pour les sanctions applicables.

Période d'application

Principe. Le crédit d'impôt prévu à l'article 200 quater du CGI s'applique aux dépenses payées entre le 1er janvier 2005 et le 31 décembre 2009 (sur la notion de paiement, voir n°s **49.** et s.).

Cas particulier des équipements qui s'intègrent à un logement neuf. Le crédit d'impôt s'applique au coût des équipements de production d'énergie utilisant une source d'énergie renouvelable et des pompes à chaleurs spécifiques :

- payés entre le 1er janvier 2005 et le 31 décembre 2009 dans le cadre de travaux réalisés dans un logement achevé ;
- intégrés dans un logement que le contribuable acquiert neuf entre le 1er janvier 2005 et le 31 décembre 2009 ;
- intégrés dans un logement acquis en état futur d'achèvement ou que le contribuable fait construire, achevé entre le 1er janvier 2005 et le 31 décembre 2009 (sur la date d'achèvement, voir n° **55.**).

Mesure transitoire. Il est admis que les équipements de production d'énergie utilisant une source d'énergie renouvelable qui s'intègrent à un logement acquis en l'état futur d'achèvement avant le 1er janvier 2005 ou à un logement qui a fait l'objet de la déclaration d'ouverture de chantier prévue à l'article R. 421-40 du code de l'urbanisme avant cette date (voir BOI 5 B-15-01), mais achevé entre le 1er janvier 2005 et le 31 décembre 2009 ouvrent droit au crédit d'impôt prévu à l'article 200 quater du CGI dans les limites et conditions issues de l'article 90 de la loi de finances pour 2005.

Exemple : Un insert intégré à un logement acquis en l'état futur d'achèvement le 10 septembre 2004 et dont l'achèvement intervient le 30 octobre 2005 ouvre droit au crédit d'impôt au taux de 40 %, au titre de l'année d'imposition des revenus de l'année 2005, dans la limite du plafond pluriannuel de 8 000 € pour une personne seule ou de 16 000 € pour un couple éventuellement majoré en fonction des personnes à charge, et à la condition que l'équipement réponde aux normes NF EN 13 229 ou NF D 35376.

Fiche n° 1
Liste des matériaux d'isolation thermique et appareils de régulation de chauffage

Section 1 : Matériaux d'isolation thermique

A. Isolation thermique des parois opaques :

1. Parois concernées. Les matériaux d'isolation thermique doivent être posés sur l'une des parois suivantes :

- planchers bas sur sous-sol (caves, garages, buanderies), sur vide sanitaire (c'est-à-dire le volume inutilisé séparant le sol naturel du premier plancher) ou sur passage ouvert dans les immeubles (pour piétons, voitures, etc…) ;
- toitures terrasses ;
- murs en façade ou en pignon. Seule l'isolation des murs existants ouvre droit au crédit d'impôt : la construction d'une seconde paroi, avec aménagement d'un vide d'air entre les deux parois, n'est pas éligible à l'avantage fiscal ;
- toitures sur combles (toitures, planchers lorsque le comble est inhabité ou non aménageable).

Le fait que les matériaux soient apposés sur la face interne ou externe des éléments à isoler est indifférent sauf dans le cas des toitures-terrasses où l'isolant doit être appliqué impérativement en face externe.

Les dépenses concernant les murs, parois et portes intérieurs, à l'exception des planchers sur combles perdus ou inhabités et des murs et parois séparant des pièces pour partie non chauffées, n'ouvrent pas droit au crédit d'impôt.

2. Matériaux utilisés. Les matériaux isolants concernés les plus couramment utilisés sont les suivants :

- isolants fabriqués à partir de produits minéraux : laines minérales, verre cellulaire, vermiculite et perlite-cellulose, etc. ;
- isolants fabriqués à partir de produits végétaux ou animaux : chanvre, lin, laines, etc. ;
- isolants de synthèse : polystyrène, etc.

Ils se présentent sous la forme de rouleaux, de panneaux composites, de complexes isolants avec plaque de plâtre ou de plaques nues. Cette liste n'est pas limitative.

3. Résistance thermique requise. La résistance thermique (aptitude d'un matériau à ralentir la propagation de l'énergie calorifique, autrement dit de la chaleur, qui le traverse) minimale exigée est de :

- 2,4 mètres carrés Kelvin par Watt (soit R ≥ 2,4 m^2 °K/W) pour les planchers bas sur sous-sol, sur vide sanitaire ou sur passage couvert, les toitures-terrasses et les murs en façade ou en pignon ;
- 4,5 mètres carrés Kelvin par Watt, soit R ≥ 4,5 m^2 °K/W pour les toitures sur combles.

B. Isolation thermique des parois vitrées :

4. Dépenses concernées. Ouvrent droit au crédit d'impôt, les dépenses relatives à l'acquisition de :

- fenêtres ou portes-fenêtres ;
- vitrages à isolation renforcée dénommés également vitrages à faible émissivité ;
- de doubles fenêtres (seconde fenêtre sur la baie) avec un double vitrage renforcé.

5. Critère technique de performance. Le coefficient de transmission thermique requis (Ug pour les vitrages ; Uw pour les fenêtres), soit la traduction de la capacité à laisser passer la chaleur, doit être :

- inférieur à 2 Watt par mètre carré degré Kelvin (soit Uw < 2 W/m^2 °K) pour les fenêtres ou portes fenêtres ;
- inférieur ou égal à 1,5 Watt par mètre carré degré Kelvin (soit Ug ≤ 1,5 W/m^2 °K) pour les vitrages à isolation renforcée ;
- inférieur ou égal à 2,4 Watt par mètre carré degré Kelvin (soit Ug ≤ 2,4 W/m^2 °K) pour les doubles fenêtres.

6. Cas particulier des loggias et vérandas. Les dépenses d'acquisition de matériaux d'isolation des parois vitrées destinés à fermer une loggia ou à construire une véranda sont exclues du crédit d'impôt.

En revanche, les dépenses d'acquisition de matériaux liés au remplacement de vitrages existants dans une loggia ou dans une véranda par des matériaux éligibles ouvrent droit, toutes conditions étant par ailleurs remplies, au crédit d'impôt.

C. Volets isolants

7. Ouvrent droit au crédit d'impôt, les dépenses relatives à l'acquisition de volets isolants caractérisés par une résistance thermique additionnelle apportée par l'ensemble volet-lame d'air ventilé supérieure à 0,20 mètre carré Kelvin par Watt (soit R > 0,20 m^2 °K/W).

D. Calorifugeage

8. Les dépenses d'acquisition des matériaux utilisés pour le calorifugeage de tout ou partie d'une installation de production ou de distribution de chaleur ou d'eau chaude sanitaire caractérisés par une résistance thermique supérieure ou égale à 1 mètre carré Kelvin par Watt (soit R ≥ 1 m^2 °K/W) ouvrent droit au crédit d'impôt.

Pour calorifuger les canalisations d'eau chaude et les gaines d'air chaud, on utilise, en général, des matériaux isolants classiques conditionnés à cet effet sous trois formes : coquilles et bandes de fibres minérales, manchons de mousse plastique.

Pour les chaudières et les ballons d'eau chaude, on utilise en principe des rouleaux de fibres minérales (laine de verre ou de roche) maintenus par du fil de fer ou de la mousse de polyuréthane projetée in situ et adhérant aux parois.

E. Justificatifs

9. Les contribuables qui demandent à bénéficier du crédit d'impôt au titre de l'acquisition de matériaux d'isolation thermique doivent produire une facture de l'entreprise, ayant procédé à la fourniture et à l'installation des matériaux, qui mentionne explicitement le respect du critère technique de performance relatif au matériau utilisé.

À défaut de la mention exacte, sur la facture, des critères techniques de performance, une attestation du fabricant du matériau mentionnant le respect de ces critères peut être admise à titre de justification. Dès lors, il conviendra de s'assurer que les mentions et références relatives à la nature et à la catégorie des matériaux figurant sur la facture correspondent aux matériaux pour lesquels l'attestation du fabricant a été délivrée.

RT dans l'existant

Arrêté du 3 mai 2007 relatif aux caractéristiques thermiques et à la performance énergétique des bâtiments dans l'existant.

NOR : SOCU0751906A

Ministère de l'emploi, de la cohésion sociale et du logement

Le ministre de l'emploi, de la cohésion sociale et du logement, le ministre de l'économie, des finances et de l'industrie et le ministre délégué à l'industrie,

Vu la directive 89/106/CE du 21 décembre 1988 relative au rapprochement des dispositions législatives, réglementaires et administratives des Etats membres concernant les produits de construction ;

Vu la directive 98/34/CE du 22 juin 1998 prévoyant une procédure d'information dans le domaine des normes et réglementations techniques ;

Vu la directive 2002/91/CE du Parlement européen et du conseil de l'Union européenne en date du 16 décembre 2002 sur la performance énergétique des bâtiments ;

Vu le Code de la construction et de l'habitation, notamment son article R. 131-28,

Arrêtent :

Art. 1er. – Le présent arrêté a pour objet de déterminer les modalités d'application de l'article R. 131-28 du Code de la construction et de l'habitation.

Les dispositions du présent arrêté ne s'appliquent pas aux bâtiments ou parties de bâtiments qui, en raison de contraintes particulières liées à un usage autre que d'habitation, doivent garantir des conditions particulières de température, d'hygrométrie ou de qualité de l'air.

Les dispositions du présent arrêté ne s'appliquent pas aux bâtiments situés dans les départements d'outre mer.

CHAPITRE Ier – Enveloppe du bâtiment, parois opaques

Art. 2. – Les dispositions du présent chapitre s'appliquent aux parois des locaux chauffés, parois dont la surface est supérieure ou égale à 0,5 m^2, donnant sur l'extérieur, sur un volume non chauffé ou en contact avec le sol, et ainsi constituées :

- murs composés des matériaux suivants : briques industrielles, blocs béton industriels ou assimilés, béton banché et bardages métalliques ;
- plancher bas composés des matériaux suivants : terre cuite ou béton ;
- tous types de toitures.

Art. 3. – Lorsque des travaux d'installation ou de remplacement de l'isolation thermique sont entrepris sur une paroi, ceux-ci doivent être réalisés de telle sorte que la paroi isolée doit avoir une résistance thermique totale, définie dans l'annexe III au présent arrêté, exprimée en mètres carrés. Kelvin par Watt (m^2.K/W), supérieure ou égale à la valeur minimale donnée dans le tableau suivant en fonction du type de paroi concernée.

Ces dispositions pourront être adaptées dans les cas particuliers définis dans ce tableau.

Sont exclues de ces exigences les toitures prévues pour la circulation des véhicules.

PAROIS RÉSISTANCE thermique R minimale CAS D'ADAPTATION POSSIBLES

Murs en contact avec l'extérieur et rampants de toitures de pente supérieure à 60o.2,3 La résistance thermique minimale peut être réduite jusqu'à 2 m^{2}K/W dans les cas suivants :

- le bâtiment concerné est situé en zone H3, telle que définie en annexe du présent arrêté, à une altitude inférieure à 800 mètres ;
- ou, dans les locaux à usage d'habitation, les travaux d'isolation entraînent une diminution de la surface habitable des locaux concernés supérieure à 5 % en raison de l'épaisseur de l'isolant ;
- ou le système constructif est une double peau métallique.

Murs en contact avec un volume non chauffé[1]

Toitures terrasses. 2,5 (2 jusqu'au 30 juin 2008)

La résistance thermique minimale peut être réduite jusqu'à 1,5 m^2K/W (1 m^2K/W jusqu'au 30 juin 2008) dans les cas suivants :

- l'épaisseur d'isolation implique un changement des huisseries, ou un relèvement des garde corps ou des équipements techniques ;
- ou l'épaisseur d'isolation ne permet plus le respect des hauteurs minimales d'évacuation des eaux pluviales et des relevés ;
- ou l'épaisseur d'isolation et le type d'isolant utilisé implique un dépassement des limites de charges admissibles de la structure.

Planchers de combles perdus. 4,5 Rampants de toiture de pente inférieure 60o. 4 La résistance thermique minimale peut être réduite jusqu'à 3 m^2K/W lorsque, dans les locaux à usage d'habitation, les travaux d'isolation entraînent une diminution de la surface habitable des locaux concernés supérieure à 5 % en raison de l'épaisseur de l'isolant.

Planchers bas donnant sur l'extérieur ou sur un parking collectif. 2,3 La résistance thermique minimale peut être réduite jusqu'à 2 m^2K/W dans les cas suivants :

- le bâtiment concerné est situé en zone H3 à une altitude inférieure à 800 mètres ;
- ou la résistance thermique minimale peut être diminuée pour adapter l'épaisseur d'isolant nécessaire à la hauteur libre disponible si celle-ci est limitée par une autre exigence réglementaire.

La résistance thermique minimale peut être réduite dans le cas d'installation ou de remplacement de plancher chauffant à eau chaude ou plancher chauffant rafraîchissant selon la valeur indiquée à l'article 25.

---

1. La résistance thermique minimale peut être réduite dans le cas d'installation ou de remplacement de plancher chauffant à eau chaude ou plancher chauffant rafraîchissant selon la valeur indiquée à l'article 25.

Planchers bas donnant sur un vide sanitaire ou sur un volume non chauffé.

L'annexe III du présent arrêté définit les modalités de calcul des coefficients R des parois et fournit des valeurs par défaut de ces coefficients pour les parois existantes.

Art. 4. – Lors de travaux d'installation ou de remplacement de planchers bas sur vide sanitaire, le nouveau plancher bas doit être isolé conformément aux exigences définies à l'article 3 du présent chapitre.

Art. 5. – Les travaux d'isolation des parois doivent conserver les entrées d'air hautes et basses existantes s'il en existait préalablement aux travaux, sauf en cas d'installation d'un autre système de ventilation.

Art. 6. – Les travaux d'isolation des murs par l'extérieur ne doivent pas entraîner de modifications de

l'aspect de la construction en contradiction avec les protections prévues pour les secteurs sauvegardés, les zones de protection du patrimoine architectural, urbain et paysager, les abords des monuments historiques, les sites inscrits et classés, les sites inscrits sur la liste du patrimoine mondial de l'humanité de l'UNESCO ou tout autre préservation édictée par les collectivités territoriales, ainsi que pour les immeubles bénéficiant du label patrimoine du XXe siècle et les immeubles désignés par l'alinéa 7 de l'article L. 123-1 du code de l'urbanisme.

Art. 7. – Les exigences visées à l'article 3 peuvent ne pas être satisfaites lorsque les travaux de remplacement font suite à des actes de vandalisme, de casse, ou à une catastrophe naturelle ou technologique, ainsi que dans le cas du petit entretien et des interventions ponctuelles liées aux dégradations de toute nature.

CHAPITRE II – Enveloppe du bâtiment. – Parois vitrées

Art. 8. – L'ensemble des dispositions du présent chapitre s'applique aux fenêtres, portes-fenêtres et façades rideaux, qui font l'objet de travaux d'installation ou de remplacement, à l'exception des travaux d'installation ou de remplacement des éléments suivants :

- les fenêtres de surface inférieure à 0,5 m^2 ;
- les verrières ;
- les vitrines et les baies vitrées avec une caractéristique particulière (anti-explosion, anti-effraction, désenfumage) ;
- les portes d'entrée entièrement vitrées et donnant accès à des locaux recevant du public ;
- les lanterneaux, les exutoires de fumée et les ouvrants pompiers ;
- les parois translucides en pavés de verre ;
- les vitraux ;
- les vérandas non chauffées ;

- les fenêtres de forme non rectangulaire dont la géométrie est telle que les exigences induisent un surcoût hors de proportion avec les avantages résultant des économies d'énergie attendues ;
- les doubles-fenêtres et les façades vitrées double-peau.

Art. 9. – Le coefficient de transmission thermique Uw des fenêtres, portes-fenêtres et façades-rideaux installées ou remplacées, exprimé en watt par mètre carré.kelvin ($W/m^2.K$), doit être inférieur ou égal à la valeur donnée dans le tableau suivant :

Type de baie	Uw MAXIMAL
Ouvrants à menuiserie coulissante	2,6
Autres cas	2,3
Sauf pour les menuiseries métalliques jusqu'au 30 juin 2008	2,4

Lorsque la fenêtre, la porte-fenêtre ou la façade-rideau est munie d'une fermeture, cette exigence peut être satisfaite en prenant en compte la résistance thermique additionnelle de la fermeture, de sorte que le coefficient U_{jn} respecte les conditions données en annexe IV.

Dans tous les cas, le coefficient U_g du vitrage de la fenêtre de la porte-fenêtre ou de la façade-rideau doit en outre être inférieur à la valeur de 2 $W/(m^2.K)$.

Art. 10. – A défaut de valeurs connues des performances des fenêtres et des fermetures, les configurations décrites sont réputées satisfaire aux exigences de l'article 9. Les vitrages décrits sont tous des double-vitrages peu émissifs à isolation renforcée (VIR).

FENÊTRES ET PORTES-FENÊTRES COULISSANTES

Menuiserie. Épaisseur minimale de la lame d'air ou de gaz rare du vitrage

FERMETURE

Métallique à rupture de pont thermique. 14 mm de gaz rare Avec fermeture de type A, B, C ou D 16 mm d'air ou 12 mm de gaz rare Avec fermeture de type B, C, ou D 10 mm d'air ou 8 mm de gaz rare Avec fermeture de type C ou D PVC, bois. 10 mm d'air ou 8 mm de gaz rare Avec ou sans fermeture

AUTRES FENÊTRES ET PORTES-FENÊTRES

Menuiserie épaisseur minimale de la lame d'air ou de gaz rare du vitrage

FERMETURE

Métallique à rupture de pont thermique. 14 mm de gaz rare Avec fermeture de type A, B, C ou D 14 mm d'air ou 10 mm de gaz rare Avec fermeture de type B, C, ou D PVC, bois. 12 mm d'air ou 10 mm de gaz rare Avec ou sans fermeture 10 mm d'air ou 8 mm de gaz rare Avec fermeture de type A, B, C ou D

FERMETURES TYPES

Jalousie accordéon, fermeture à lames orientables, y compris les vénitiens extérieurs tout métal, volets battants ou persiennes avec ajours fixes ou toute fermeture de résistance thermique supérieure ou égale à 0,08 m^2.Kelvin par watt (m^2K/W).

A Fermeture sans ajours en position déployée, volets roulants en aluminium ou toute fermeture de résistance thermique supérieure ou égale à 0,14 m^2K/W.

B Volet roulant PVC d'épaisseur inférieure ou égale à 12 mm, persienne coulissante ou volet battant PVC, volet battant bois, d'épaisseur inférieure ou égale à 22 mm ou toute fermeture de résistance thermique supérieure ou égale à 0,19 m^2K/W.

C Persienne coulissante PVC et volet battant bois d'épaisseur supérieure à 22 mm, volet roulant PVC d'épaisseur supérieure à 12 mm ou toute fermeture de résistance thermique supérieure ou égale à 0,25 m^2K/W.

Art. 11. – Les fermetures et les protections solaires extérieures des fenêtres, portes-fenêtres et façades rideaux doivent, lorsqu'elles existaient, être maintenues ou remplacées.

Art. 12. – Les fenêtres de toit installées ou remplacées doivent en outre être munies de protections solaires mobiles conduisant à un facteur solaire de 0,15. Les protections solaires mobiles extérieures sont réputées satisfaire à cette exigence.

Art. 13. – Dans les locaux d'habitation et les locaux d'hébergement, les nouvelles fenêtres et portes fenêtres installées dans les pièces principales doivent être équipées d'entrées d'air, sauf dans les locaux déjà munis d'entrées d'air ou d'un dispositif de ventilation double flux. La somme des modules de ces entrées d'air doit au moins être de 45 pour les chambres et 90 pour les séjours. Cette valeur peut être réduite lorsque l'extraction d'air mécanique permet un dimensionnement inférieur.

Art. 14. – Les coffres de volet roulant séparant l'ambiance chauffée de l'extérieur, installés ou remplacés, doivent être isolés de telle sorte que le coefficient de transmission thermique Uc du coffre soit inférieur ou égal à la valeur de 3 $W/(m^2/K)$.

Les coffres isolés sur toutes les faces autres que latérales avec 1 cm d'un matériau d'isolation thermique sont réputés satisfaire à cette exigence.

Art. 15. – Les exigences visées aux articles 8 à 13 peuvent ne pas être satisfaites lorsque les modifications en résultant sur l'aspect de la construction sont en contradiction avec les protections prévues pour les secteurs sauvegardés, les zones de protection du patrimoine architectural, urbain et paysager, les abords des monuments historiques, les sites inscrits et classés, les sites inscrits sur la liste du Patrimoine mondial de l'humanité de l'UNESCO ou toute autre préservation édictée par les collectivités territoriales, ainsi que pour les immeubles bénéficiant du label Patrimoine du XXe siècle et les immeubles désignés par l'alinéa 7 de l'article L. 123-1 du code de l'urbanisme.

Art. 16. – Les exigences visées aux articles 8 à 12 peuvent ne pas être satisfaites lorsque les travaux de remplacement font suite à des actes de vandalisme, de casse ou à une catastrophe naturelle ou technologique ainsi que dans le cas du petit entretien et des interventions ponctuelles liées aux dégradations de toute nature.

CHAPITRE III – Chauffage

Art. 17. – Les chaudières étanches à combustible liquide ou gazeux, installées ou remplacées, et de puissance supérieure ou égale à 20 kW doivent satisfaire simultanément aux prescriptions suivantes, sauf dans les cas de sous-dimensionnement des radiateurs existants.

Pour les chaudières de type C 3, C 4, et C 5 au sens du document FD CEN-TR 17-49, cette exigence peut ne pas être appliquée lorsque le conduit étanche existant est inadapté à la pose d'une telle chaudière.

Lorsque la totalité de l'installation de chauffage à combustible liquide ou gazeux est réalisée, la nouvelle chaudière doit également respecter les exigences du tableau ci-dessus et les radiateurs doivent être adaptés au fonctionnement à basse température.

Art. 18. – Les chaudières raccordées à un conduit de fumées à combustible liquide ou gazeux et de puissance supérieure ou égale à 20 kW doivent satisfaire simultanément aux prescriptions suivantes, sauf dans les cas d'impossibilités techniques.

20 ≤ PUISSANCE nominale Pn

≤ 400 kW PUISSANCE nominale Pn > 400 kW

Rendement minimal PCI à pleine charge, en pourcentage, pour une température moyenne de l'eau dans la chaudière de 70 °C.

87 + 1,5.logPn 90,9

Rendement minimal PCI à 30 % de charge, en pourcentage, pour une température moyenne de l'eau dans la chaudière de 40 °C.

87 + 1,5.logPn 90,9

Toutefois, jusqu'au 30 juin 2009, les chaudières satisfaisant simultanément aux prescriptions suivantes peuvent encore être installées ou remplacées :

20 ≤ PUISSANCE nominale Pn ≤ 400 kW

PUISSANCE nominale PnPn > 400 kW

Rendement minimal PCI à pleine charge, en pourcentage, pour une température moyenne de l'eau dans la chaudière de 70 °C.

84 + 2.logPn 89,2

Rendement minimal PCI à 30 % de charge, en pourcentage, pour une température moyenne de l'eau dans la chaudière de 50 °C.

83 + 2.logPn 88,2

Art. 19. – Dans les cas d'impossibilités techniques visées aux articles 17 et 18, les chaudières installées ou remplacées doivent satisfaire simultanément aux prescriptions suivantes :

20 ≤ PUISSANCE nominale Pn ≤ 400 kW PUISSANCE nominale Pn > 400 kW

Rendement minimal PCI à pleine charge, en pourcentage, pour une température moyenne de l'eau dans la chaudière de 70 °C.

84 + 2.logPn 89,2

Rendement minimal PCI à 30 % de charge, en pourcentage, pour une température moyenne de l'eau dans la chaudière de 50 °C.

83 + 2.logPn 88,2

Art. 20. – Les dispositions prévues aux articles 17, 18 et 19 peuvent ne pas s'appliquer pour les bâtiments achevés depuis moins de 15 ans par rapport à la date des travaux d'installation ou de remplacement de la chaudière.

Art. 21. – L'installation ou le remplacement d'une chaudière à combustible liquide ou gazeux doit être accompagné de la mise en place d'un appareil de régulation programmable du chauffage, sauf dans les cas où l'installation existante en est déjà munie.

Art. 22. – Les pompes à chaleur utilisant l'électricité à destination de chauffage, installées ou remplacées, doivent satisfaire à un coefficient de performance (COP), au sens de la norme NF EN 14-511, supérieur ou égal à la valeur donnée dans le tableau suivant, pour les températures indiquées :

TYPE d'équipement COEFFICIENT de performance (COP) minimal mode chauffage TEMPÉRATURE DE SOURCE

Extérieure Intérieure

Air extérieur-air 3,2 7 oC 20 °C

Eau-air (sur boucle) 15 °C

Air extérieur-eau 7 oC 35 °C

Eau-eau sur nappe phréatique 10 °C

Eau-eau avec capteurs enterrés 0/– 3 °C

TYPE d'équipement COEFFICIENT de performance (COP) minimal mode chauffage

TEMPÉRATURE DE SOURCE

Extérieure Intérieure

Sol-eau -5 °C

Sol-sol

Sol-air 20 °C

Les pompes à chaleur présentant les COP minimaux suivants pour les températures indiquées sont réputées satisfaire à l'exigence du premier alinéa de l'article 22.

TYPE d'équipement COEFFICIENT de performance (COP) minimal mode chauffage

TEMPÉRATURE DE SOURCE

Extérieure Intérieure

Air extérieur-eau 2,7 7 oC 45 °C

Eau-eau sur nappe phréatique 3,2 10 °C 45 °C

Eau-eau avec capteurs enterrés 2,7 0/– 3 °C 45 °C

Sol-eau 2,7 – 5 °C 45 °C

Ces dispositions peuvent ne pas s'appliquer pour les bâtiments achevés depuis moins de 15 ans par rapport à la date des travaux d'installation ou de remplacement de l'équipement visé.

Art. 23. – Les réseaux de distribution de chaleur et de froid et les raccordements aux réseaux de chaleur et de froid, installés ou remplacés à l'extérieur ou dans des locaux non chauffés, doivent être équipés d'une isolation de classe au minimum 2.

Art. 24. – Les pompes de circulation des installations de chauffage intégrées à la chaudière ou situées dans le local de la chaufferie, installées ou remplacées, doivent être munies de dispositif permettant leur arrêt.

Art. 25. – Les planchers chauffants dont la face inférieure ne donne pas sur un local chauffé installés ou remplacés doivent être isolés, à l'aide d'un matériau isolant dont la résistance thermique de la paroi, exprimée en m^2.K/W, doit être supérieure ou égale à 2 pour le chauffage électrique et à 1,25 pour les autres cas.

Art. 26. – Lors du remplacement de radiateurs, en l'absence d'un calcul justifiant du dimensionnement de la puissance, la puissance installée ne doit pas être inférieure à celle qui préexistait.

Art. 27. – Les radiateurs installés ou remplacés doivent être munis de robinets thermostatiques, sauf dans les cas de monotubes non dérivés et dans les locaux où sont situés un thermostat central. Lorsque l'installation de chauffage ne comporte pas de thermostat central, un des émetteurs de l'installation ne doit pas être équipé de robinet thermostatique.

Art. 28. – Les émetteurs de chauffage à effet Joule à action directe ou à accumulation, installés ou remplacés, doivent être munis d'un dispositif de régulation électronique intégré, conduisant à une amplitude de régulation maximum de 0,5 K et à une dérive en charge maximum de 1,5 K.

Son dispositif de régulation doit de plus permettre la réception d'ordres de commande pour assurer le fonctionnement en confort, réduit, hors gel et arrêt.

Si l'émetteur possède une fonction secondaire (soufflante, sèche-serviette...), celle-ci doit être temporisée.

Ces dispositions peuvent ne pas s'appliquer pour les bâtiments achevés depuis moins de 15 ans par rapport à la date des travaux d'installation ou de remplacement de l'équipement visé.

Art. 29. – Les émetteurs de chauffage à effet Joule intégrés aux parois, installés ou remplacés, doivent être pourvus, sauf dans le cas où l'installation en est déjà munie :

- d'un thermostat ou d'un régulateur par pièce, avec un CA inférieur à 2K et permettant la réception d'ordres de commande pour assurer le fonctionnement en confort, réduit, hors gel et arrêt ;
- ou bien d'un dispositif de régulation raccordé à une sonde de température extérieure.

Lorsque le chauffage est assuré par un plancher chauffant à eau chaude fonctionnant à basse température, le dispositif de régulation peut être commun à des locaux d'une surface totale maximum de 150 mètres carrés.

CHAPITRE IV – Eau chaude sanitaire

Art. 30. – Pour les chauffe-eau électriques à accumulation installés ou remplacés, les pertes maximales Qpr exprimées en kWh par 24 heures au sens de la norme NF-EN 60 379 sont les suivantes :

Chauffe-eau de V inférieur à 75 litres : ≤ 0,147 4 + 0,071 9 $V_{2/3}$;

Chauffe-eau horizontal de V supérieur ou égal à 75 litres : ≤ 0,75 + 0,008 V ;

Chauffe-eau vertical de V supérieur ou égal à 75 litres : ≤ 0,22 + 0,057 V 2/3.

Où V est la capacité de stockage du ballon en litres.

Ces dispositions peuvent ne pas s'appliquer pour les bâtiments achevés depuis moins de 15 ans par rapport à la date des travaux d'installation ou de remplacement de l'équipement visé.

Art. 31. – Les accumulateurs gaz et les chauffe-bains installés ou remplacés doivent avoir des performances thermiques au moins égales aux normes européennes : EN 89 pour les accumulateurs gaz et EN 26 pour les chauffe-bains à production instantanée.

CHAPITRE V – Refroidissement

Art. 32. – Lors de l'installation ou du remplacement d'un système de refroidissement dans un local, les baies non orientées au nord du local refroidi doivent être équipées de protections solaires s'il n'en existait pas préalablement.

Dans les locaux d'habitation, la protection doit être mobile, et conduire à facteur solaire de la baie inférieur ou égale à 0,15 ou bien être de classe 3 ou 4 au sens de la NF EN 14501, sauf en cas d'impossibilité résultant de l'application des règles d'urbanisme.

Pour les autres locaux, la protection doit conduire à un facteur solaire de la baie inférieur ou égale à 0,35 ou bien être de classe 2, 3 ou 4 au sens de la NF EN 14501.

Les protections solaires extérieures mobiles sont réputées satisfaire à l'ensemble de ces exigences.

Art. 33. – Les climatiseurs à usage domestique utilisant l'électricité de puissance frigorifique inférieure ou égale à 12 kW et utilisant l'électricité doivent appartenir à la classe de performance énergétique B ou à une classe supérieure.

Les autres climatiseurs et les refroidisseurs de liquide à compression utilisant l'électricité, installés ou remplacés, doivent présenter un niveau de rendement énergétique (EER) au sens de la norme NF EN 14511 en mode froid supérieur ou égal à la valeur donnée dans le tableau suivant, mesuré pour les températures indiquées.

TYPE D'ÉQUIPEMENT EER MINIMALE EN MODE FROID

TEMPÉRATURE DE SOURCE EN °C

Extérieure Intérieure

Air-Air 2,8 35 27

Eau-Air 3 35 27

Air-Eau 2,6 35 7

Eau-Eau 3 30 7

Ces dispositions peuvent ne pas s'appliquer pour les bâtiments achevés depuis moins de cinq ans par rapport à la date des travaux d'installation ou de remplacement de l'équipement visé.

Art. 34. – Les pompes de circulation des nouvelles installations de refroidissement doivent être munies d'un dispositif permettant leur arrêt.

Art. 35. – Dans le cas de bâtiments ou de parties de bâtiments à usage autre que d'habitation et faisant l'objet d'un remplacement ou de l'installation d'un système de refroidissement pour une surface refroidie supérieure à 400 m2, un ou des dispositifs doivent permettre de suivre les consommations de refroidissement et de mesurer la température intérieure d'au moins un local par partie de réseau de distribution de froid.

CHAPITRE VI – Ventilation

Art. 36. – Les auxiliaires de ventilation installés ou remplacés dans les locaux d'habitation devront présenter une consommation maximale de 0,25 Wh/m^3 par ventilateur, qui peut être portée à 0,4 Wh/m^3 en présence de filtres F5 à F9. Ces deux valeurs de consommation maximale peuvent être majorées de 0,05 Wh/m^3 par ventilateur jusqu'au 30 juin 2009.

Art. 37. – Les auxiliaires de ventilation installés ou remplacés dans les locaux à usage autre que d'habitation devront présenter une consommation maximale par ventilateur de 0,3 Wh/m^3, qui peut être portée à 0,45 Wh/m^3 en présence de filtres F5 à F9. Ces deux valeurs de consommation maximale peuvent être majorées de 0,05 Wh/m^3 par ventilateur jusqu'au 30 juin 2009.

Art. 38. – Dans le cas de bâtiments ou de parties de bâtiments à usage autre que d'habitation et faisant l'objet d'un remplacement ou de l'installation d'un système de ventilation pour une surface supérieure à 400 m^2, un dispositif permettra de gérer automatiquement les débits occupation inoccupation.

CHAPITRE VII – Éclairage des locaux

Art. 39. – Le présent chapitre s'applique aux bâtiments et parties de bâtiments à usage autre que l'habitation, de surface utile supérieure à 100 m^2, lorsque l'installation d'éclairage fait l'objet de travaux de remplacement ou d'installation.

Art. 40. – Lors du remplacement ou de la réalisation de l'installation d'éclairage d'un local, la nouvelle installation doit satisfaire aux prescriptions suivantes :

- la puissance installée pour l'éclairage général du local est inférieure ou égale à 2,8 watts par mètre carré de surface utile et par tranche de niveaux d'éclairement moyen à maintenir de 100 lux sur la zone de travail ;
- ou bien la nouvelle installation d'éclairage général est composée de luminaires de type direct ou direct/indirect de rendement normalisé supérieur à 55 %, équipés de ballasts électroniques et qui utilisent des lampes présentant une efficacité lumineuse supérieure ou égale à 65 lumens par watt.

Si le ou les occupants peuvent agir sur la commande de l'éclairage, le local doit comporter au moins l'un des dispositifs suivants :

- un dispositif d'extinction ou de variation du niveau d'éclairement à chaque issue du local ;
- un dispositif, éventuellement temporisé, procédant à l'extinction automatique de l'éclairage lorsque le local est vide ;
- une commande manuelle permettant l'extinction ou la variation du niveau d'éclairement depuis chaque poste de travail.

Dans le cas où la commande de l'éclairage est du ressort de son personnel de gestion, même durant les périodes d'occupation, ce local doit comporter un dispositif permettant l'allumage et l'extinction de l'éclairage.

Si ce dispositif n'est pas situé dans le local considéré, il devra alors permettre de visualiser l'état de l'éclairage dans ce local depuis le lieu de commande.

Dans un même local requérant des niveaux d'éclairement très différents pour au moins deux usages tels que notamment les locaux sportifs et les salles polyvalentes, un dispositif devra réserver aux personnes autorisées la commande de l'éclairement supérieur au niveau de base.

Dans un même local, les points éclairés artificiellement, qui sont placés à moins de 4 mètres d'une baie, doivent être commandés séparément des autres points d'éclairage dès que la puissance totale installée dans chacune de ces positions est supérieure à 200 W.

Lorsque l'éclairage naturel est suffisant, l'éclairage artificiel ne doit pas être mis en route automatiquement, notamment par une horloge ou un dispositif de détection de présence.

CHAPITRE VIII – Énergies renouvelables

Art. 41. – En cas de remplacement ou d'installation de chaudière utilisant le bois comme énergie par une nouvelle chaudière bois, celle-ci doit présenter un rendement PCI à pleine charge en pourcentage, pour une température moyenne de l'eau dans le générateur de 70 °C, supérieur ou égal à 47 + 6.logPn pour une puissance nominale Pn inférieure ou égale à 300 kW et supérieur ou égal à 61,9 au-delà.

Art. 42. – En cas de remplacement ou d'installation de foyer fermé ou de poêle utilisant le bois comme énergie par un nouveau foyer fermé ou poêle à bois, celui-ci doit présenter un rendement supérieur à 65 %.

Toutefois, cette valeur peut être réduite à 60 % jusqu'au 30 juin 2009.

Art. 43. – En cas de remplacement ou d'installation de poêle à granulés utilisant le bois comme énergie par un nouveau poêle à granulés de puissance inférieur à 50 kW, celui-ci doit présenter un rendement supérieur à 65 %.

…

Art. 44. – En cas de remplacement ou d'installation de poêle à accumulation lente de chaleur utilisant le bois comme énergie par un nouveau poêle à accumulation lente de chaleur, celui-ci doit présenter un rendement supérieur à 65 %.

Art. 45. – Les dispositions prévues aux articles 41 à 44 peuvent ne pas s'appliquer pour les bâtiments achevés depuis moins de 15 ans par rapport à la date des travaux d'installation ou de remplacement de l'équipement visé.

Art. 46. – Le directeur général de l'urbanisme, de l'habitat et de la construction et le directeur général de l'énergie et des matières premières sont chargés, chacun en ce qui le concerne, de l'exécution du présent arrêté, qui sera publié au Journal officiel de la République française.

Fait à Paris, le 3 mai 2007.

Le ministre de l'emploi, de la cohésion sociale et du logement,

Pour le ministre et par délégation : le directeur général de l'urbanisme, de l'habitat et de la construction, A. LECOMTE.

Le ministre de l'économie, des finances et de l'industrie,

Pour le ministre et par délégation : le directeur général de l'énergie et des matières premières, P.-F. CHEVET.

Le ministre délégué à l'industrie,

Pour le ministre et par délégation : le directeur général de l'énergie et des matières premières, P.-F. CHEVET.